

**APLICACIÓN DEL Q.F.D PARA EL PRODUCTO Y PRODUCCIÓN
DE CARBÓN ACTIVADO DE ORIGEN VEGETAL EN FILTER WARE LTDA.**

**LUISA FERNANDA INFANTE FARFÁN
CÓDIGO 062041029**

**OSCAR JAVIER QUINTERO SALAZAR
CÓDIGO 062041507**

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES
BOGOTÁ D.C
2013**

**APLICACIÓN DEL Q.F.D PARA EL PRODUCTO Y PRODUCCIÓN
DE CARBÓN ACTIVADO DE ORIGEN VEGETAL EN FILTER WARE LTDA.**

**LUISA FERNANDA INFANTE FARFÁN
CÓDIGO 062041029**

**OSCAR JAVIER QUINTERO SALAZAR
CÓDIGO 062041507**

**Proyecto de grado, requisito parcial para optar el título de:
INGENIEROS INDUSTRIALES**

Directora:

Ing. LUZ MARINA PATIÑO

Codirectores:

Ing. Qco. M.Sc. MANUEL ALEJANDRO MAYORGA BETANCOURT

Ing. Qca. SONIA MILENA CONTRERAS SIERRA

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES
BOGOTÁ D.C
2013**

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico en primer lugar a Dios por haberme dado la oportunidad de estudiar esta carrera, por ser mi guía, mi apoyo, sin él nada sería posible.

A mi amado esposo por su apoyo incondicional, amor, paciencia, dedicación y horas de esfuerzo al lado mío para concluir satisfactoriamente este proyecto.

A mi hermosa familia padres y hermano por ser un pilar en mi vida y darme la motivación para seguir en este camino, por hacer de mi la persona que soy.

A mi amigo Oscar por luchar conmigo prácticamente en toda esta etapa de universidad, por su compañía, consejos y por ser el impulsador de este trabajo.

A mis otros padres Don Manuelito, Doña Carmelita, y mis hermanos Jonathan y Gigliola por brindarme siempre palabras de apoyo y amor.

LUISA FERNANDA INFANTE FARFAN

Este proyecto de investigación lo dedico también primero que todo a Dios, que es esa energía dentro de mí que me da fuerza para luchar y perseguir mis sueños.

A mis padres Bertha y Seir que han sido apoyo para que este camino recorrido de sus frutos, mi madre por ser ejemplo de dedicación y a mi padre por ejemplo de persistencia.

Por Juan Alejandro que es mi motor y me recuerda todos los días lo importante que es la curiosidad y el asombro en cualquier cosa.

A Luisa y Alejo, además de ser una gran pareja, por su amistad incondicional y todo lo que he aprendido con ellos todos estos años.

Para mis hermanos Juan Alberto, Seir Eduardo, José Carlos, Marcela, Jhon Alexander grandes seres humanos con los que cuando éramos niños jugábamos en un mundo donde todo era posible. A mis cuñadas y mis sobrinos.

A mi profe Sonia por su apoyo incondicional y sabiduría en esta recta final.

OSCAR JAVIER QUINTERO SALAZAR

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la fuerza, constancia y disciplina para desarrollar este trabajo.

A nuestra directora de proyecto de grado Ingeniera Luz Marina Patiño Nieto por su gran apoyo, dedicación y guía, sin lo cual este trabajo no se hubiera realizado satisfactoriamente.

A nuestros codirectores Ingeniera Sonia Milena Contreras Sierra e Ingeniero Manuel Alejandro Mayorga Betancourt por haber sido la ayuda idónea que necesitábamos para que este proyecto fuera una realidad.

A Filter Ware Ltda; sus gerentes Adriana Gómez y Javier Enrique Camelo por abrirnos las puertas de su empresa y habernos permitido realizar este proyecto.

Damos gracias a todos nuestros maestros, compañeros y amigos, con los que recorrimos el camino.

Finalmente gracias a todas las personas que están a nuestro lado y desean que cumplamos esta gran meta ser Ingenieros Industriales.

INDICE

OBJETIVOS	7
GENERAL	7
ESPECÍFICOS.....	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	10
GLOSARIO	12
INTRODUCCIÓN	16
1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA EN FILTER WARE LTDA.	17
1.1 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA	17
1.1.1 Reseña Empresa Filter Ware Ltda.	17
1.1.2 Misión	18
1.1.3 Visión	18
1.1.4 Estructura Organizacional.....	18
1.1.5 Diagnóstico Estratégico	19
1.1.5.1 Diagnóstico Interno PCI.....	20
1.1.5.2 Diagnostico Externo POAM	22
1.1.6 Evaluación de Factores	25
1.1.6.1 Factores internos.....	25
1.1.6.2 Factores externos.....	27
1.1.7 Análisis de Factores	29
1.1.7.1 Factores Internos (PCI)	29
1.1.7.2 Factores Externos (POAM)	29
1.1.8 Análisis DOFA	29
1.1.9 Matriz DOFA.....	30
1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA	31
1.2.1 Descripción del proceso	31
1.2.2 Identificación del problema	33
1.2.2.1 Diagrama de causa y efecto	33
1.2.2.2 Verificación de no conformidades en la materia prima.....	36
2. ESTUDIO DE MERCADO	46
2.1 EL PRODUCTO	46
2.1.1 Definición.....	46
2.1.2 Propiedades	48
2.1.2.1 Físico-Químicas.....	49
2.1.2.2 Porosidad	51
2.1.2.3 Forma y Tamaño	52
2.1.2.4 Dureza.....	52
2.1.2.5 Morfología	53

2.1.3	Usos	53
2.1.3.1	Tratamiento de Aguas	54
2.1.3.2	Purificación de Aire	55
2.1.3.3	Decoloración de Azúcar	55
2.1.3.4	Recuperación de Solventes	56
2.1.3.5	Minería	56
2.1.3.6	Farmacéuticos	56
2.1.3.7	Control de Emisiones de Gasolina	56
2.1.3.8	Uso en los Catalizadores	56
2.1.3.9	Otras Futuras Aplicaciones	56
2.1.4	Productos Sustitutos y/o Complementarios	56
2.1.5	Subproductos o productos conexos	57
2.1.5.1	Carbón Activado en Polvo (CAP)	57
2.1.5.2	Cenizas	57
2.2	MATERIAS PRIMAS	57
2.2.1	Tipos de Precursores	57
2.2.2	Selección de Materia Prima	59
2.2.3	Cuesco de Palma Africana	63
2.2.3.1	Palma Africana	63
2.2.3.2	Fruto de Palma	64
2.2.3.2	Cuesco de Palma Africana	66
2.2.4	Proveedor de materia prima	69
2.2.4.1	Razón Social	69
2.2.4.2	Localización	69
2.2.4.3	Producción anual	69
2.2.4.4	Características	69
2.2.4.5	Producción	70
2.2.4.6	Obtención	70
2.2.4.7	Precio	70
2.2.4.8	Entrega	70
2.3	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	70
2.3.1	Comercio Internacional	71
2.3.1.1	Exportaciones	72
2.3.1.2	Importaciones	74
2.3.2	Mercado Interno	76
2.3.2.1	Producción y Ventas	76
2.3.2.2	Consumo y Compras	77
2.3.3	Demanda Interna	77
2.3.4	Demanda Futura	78
2.3.4.1	Variables Macroeconómicas	78
2.3.4.2	Regresión para el Consumo	79
2.3.5	Demandantes	84
2.3.5.1	Tipo de Consumidores	84
2.3.5.2	Clientes Potenciales	86
2.3.5.3	Encuesta	86
2.4	ANÁLISIS DE LA OFERTA	96
2.4.1	Productores Nacionales	97
2.4.3	Competencia	99

2.4.3.1	Nivel de Calidad de los Productos de la Competencia.....	99
2.4.3.2	Competencia Indirecta (Producto sustituto), que me desplaza.	100
2.4.3.3	Selección de Competidores Directos	100
2.4.4	Producción Estimada.....	101
2.5	PRECIOS	103
2.5.1	Comportamiento del Precio	103
2.5.2	Precio en Comercio Internacional.....	104
2.5.3	Precios Internos.....	105
2.5.4	Proyección de Precios	106
2.5.5	Precio del Producto	107
2.6	MERCADO EXTERNO	107
2.7	COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO	107
2.7.1	Línea de Comercialización.....	107
2.7.2	Marketing y Publicidad.....	108
2.7.3	Estrategias de Servicio	109
2.8	DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO.....	109
3.	ESTUDIO TÉCNICO	111
3.1	CARBON ACTIVADO	112
3.2	TECNOLOGÍAS	113
3.2.1	Tecnologías existentes	113
3.2.1.1	Carbonización.....	113
3.2.1.2	Activación	114
3.2.2	Tecnología seleccionada	121
3.3	MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y SUMINISTROS	121
3.3.1	Materias Primas.....	121
3.3.1.1	Propiedades del Cuesco de Palma.....	122
3.3.1.2	Caracterización estructural del Cuesco de Palma.....	122
3.3.1.3	Suministros Requeridos:.....	123
3.3.1.4	Origen de las Materias Primas e Insumos	123
3.3.2	Abastecimiento y Precios.....	123
3.4	PROCESO.....	123
3.4.1	Almacenamiento y Clasificación de Cuesco de Palma.....	126
3.4.2	Carbonización.....	126
3.4.3	Activación Física.....	127
3.4.4	Molienda	128
3.4.5	Tamizado.....	129
3.5	DISEÑO DE PLANTA	130
3.5.1	Localización.....	130
3.5.1.1	Posibles ubicaciones	130
3.5.1.2	Metodología.....	131

3.5.1.3	Aplicación	132
3.5.1.4	Localización Final	134
3.5.2	Volumen de Producción.....	134
3.5.3	Determinación del tamaño de planta	135
3.5.3.1	Tamaño de planta y la capacidad instalada	135
3.5.3.2	Rata de producción del carbón activado	135
3.5.4	Diseño de Equipos y Requerimientos Materiales y Tecnológicos	136
3.5.4.1	Almacenamiento.....	136
3.5.4.2	Molino.....	139
3.5.4.3	Tolva	144
3.5.4.4	Horno de Carbonización	145
3.5.4.5	Horno de Activación.....	158
3.5.4.6	Quemadores.....	164
3.5.4.7	Caldera.....	165
3.5.4.8	Compresor.....	165
3.5.4.9	Ciclones (recolectores de polvo).....	166
3.5.4.10	Banda Transportadora	168
3.5.4.11	Montacargas.....	168
3.5.4.12	Báscula.....	169
3.5.4.13	Tamizador	169
3.5.4.14	Equipos de Control	169
3.5.4.15	Implementos de Laboratorio	169
3.5.5	Listado de Requerimientos y Equipos.....	169
3.5.6	Otros Elementos materiales requeridos	171
3.5.7	Distribución de planta	171
3.6	TALENTO HUMANO REQUERIDO	173
3.7	PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL.....	173
3.8	ANÁLISIS DE VIABILIDAD	174
4.	DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN QFD	175
4.1	DESCRIPCIÓN.....	175
4.2	DIAGRAMA DE PROCESO	177
4.3	METODOLOGÍA QFD	180
4.4	APLICACIÓN DEL QFD PARA EL PRODUCTO Y PRODUCCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO DE ORIGEN VEGETAL.	181
4.4.1	Matriz 1: Planeación del producto.....	181
4.4.1.1	Requerimientos del Cliente (Qué).....	181
4.4.1.2	Requerimientos de Diseño (Cómo)	182
4.4.1.3	Evaluación Competitiva	182
4.4.1.4	Interrelaciones	182
4.4.1.5	Objetivo (Cuánto)	182
4.4.1.6	Evaluación Técnica Competitiva	184
4.4.1.7	Matriz de Correlación.....	185

4.4.1.8	Importancia Técnica	185
4.4.2	Matriz 2: Desarrollo de las Partes	185
4.4.2.1	Requerimientos del Cliente (Qué)	186
4.4.2.2	Requerimientos de Diseño (Cómo)	186
4.4.2.3	Interrelaciones	186
4.4.2.4	Objetivo (Cuánto)	186
4.4.2.5	Importancia Técnica	186
4.4.3	Matriz 3: Planeación del Proceso	186
4.4.3.1	Requerimientos del Cliente (Qué)	187
4.4.3.2	Requerimientos de Diseño (Cómo)	187
4.4.3.3	Interrelaciones	187
4.4.3.4	Objetivo (Cuánto)	187
4.4.3.5	Importancia Técnica	188
4.4.4	Matriz 4: Planeación de Producción	188
4.4.4.1	Requerimientos del Cliente (Qué)	189
4.4.4.2	Requerimientos de Diseño (Cómo)	189
4.4.4.3	Interrelaciones	189
4.4.4.4	Objetivo (Cuánto)	189
4.4.4.5	Importancia Técnica	190
5.	ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO	191
5.1	ESTUDIO ECONÓMICO	191
5.1.1	Inversión Fijas	191
5.1.2	Activos Fijos	191
5.1.3	Activos Intangibles	192
5.1.4	Gastos pre-operativos	192
5.1.5	Depreciación	193
5.2	COSTOS DE PRODUCCIÓN	193
5.2.1	Costos Fijos	193
5.2.2	Costos Indirectos	193
5.2.3	Gastos operacionales	194
5.2.4	Costos variables	194
5.2.5	Análisis de costos y gastos	194
5.2.6	Determinación del precio a través del costo	195
5.2.7	Estructura de Precios de Venta	195
5.2.8	Análisis de precio	196
5.2.9	Precio de venta al público PVP	196
5.2.10	Ingresos	196
5.2.11	Rentabilidad económica	196
5.3	ESTUDIO FINANCIERO	197
5.3.1	Términos de referencia para la evaluación	197
5.3.2	Determinación del capital de trabajo	197
5.3.3	Estructura de Capital	198
5.3.4	Tasa de descuento	199
5.3.5	Tasa de interés Anual Crediticio	199
5.3.6	Indicadores financieros	199

5.3.7 Valor Actual Neto (VAN)	199
5.3.8 Tasa interna de retorno (TIR).....	199
5.3.9 Flujo de caja del proyecto	200
5.3.10 Análisis de Sensibilidad	200
5.3.11 Determinación del punto de equilibrio.....	200
5.3.12 Análisis pesimista y optimista.	201
 6. CONCLUSIONES	 202
 REFERENCIAS	 206

OBJETIVOS

GENERAL

Aplicar el Q.F.D para el producto y producción de “Carbón activado de origen vegetal” en Filter Ware Ltda.

ESPECÍFICOS

- Elaborar un diagnóstico que establezca la situación de la producción actual.
- Establecer el estudio comercial del diseño de producto y proceso “Carbón Activado de origen vegetal”.
- Elaborar el estudio técnico del producto y proceso “Carbón Activado de origen vegetal” de acuerdo a la aplicación del QFD.
- Determinar las prioridades empresariales de Filter Ware Ltda. en el desarrollo del producto del carbón activado dentro del proceso de elaboración de filtros.
- Construir el estudio económico-financiero del diseño de producto y proceso.
- Retroalimentar el diseño del producto y proceso a Filter Ware Ltda. para la sinergia del trabajo realizado.

RESUMEN

Durante el siguiente estudio se presenta la aplicación de la metodología del QFD para el producto y producción de carbón activado de origen vegetal en Filter Ware Ltda. Donde a través del análisis del problema se conocieron los factores cualitativos internos en la organización que dan como resultado el DOFA y los externos que se analizaron de forma cuantitativa con verificación en laboratorio y con herramientas estadísticas en los cuales se revisó su mayor impacto. A partir de esto se identifica el problema utilizando herramientas como el diagrama de causa y efecto, para encontrar las no conformidades en la materia prima.

En el estudio de mercado se realizó una descripción del producto, se analizó la demanda, la oferta y se identifican los subproductos resultados de la materia procesada o CPA. Se aprecian los precursores posibles para la producción de CA; se realizó la selección de acuerdo a las ventajas y desventajas que presenta frente al uso final.

Después de elegir el CPA como materia prima, la más ajustada al proceso de producción, fue posible identificar los departamentos productores, haciendo una descripción del fruto, identificando posibles proveedores para abastecer la posible planta a implementar, analizando criterios como la localización y capacidad de producción.

Al estudiar la demanda se tuvo en cuenta fuentes de información como el DANE para conocer las importaciones y las exportaciones de productos derivados de la palma africana; Llegando a establecer la demanda aparente y el potencial de venta de carbón activado.

Se realizaron encuestas a clientes potenciales, con resultados favorables e interés por comprar, y se pudo establecer cuál sería la cantidad inicial que cada uno pudiera demandar.

Se determinó el precio de la competencia, cuales son los actores en el mercado, quien es la competencia directa en la oferta. Se desarrollaron estrategias de comercialización de producto, marketing, publicidad, servicio y distribución de producto.

Para el estudio técnico, se seleccionaron tecnologías existentes, revisando también sus ventajas y desventajas frente al proceso de carbonización y activación, finalizando con una decisión, cual tendría el mayor beneficio para la

producción del CA de origen vegetal que cumpla con las especificaciones de calidad solicitadas por el mercado de producción de filtros para tratamiento de agua.

Se realizó un análisis de los procesos necesarios como la molienda, tamizado, clasificación, se levantó el diagrama de procesos y de bloques. Se realizó el diseño de planta y la localización donde se buscó la mejor alternativa propuesta en la inversión del proyecto; analizando también la capacidad instalada.

Para la implementación también se propuso la mano de obra, talento humano necesario para cumplir con la producción estimada y proyección de ventas anual y mensual de acuerdo a la capacidad instalada.

A continuación se aplicó la metodología del QFD para el producto y producción de carbón activado de origen vegetal, donde a partir de los requerimientos del cliente se aplicó la metodología y se establecieron las especificaciones de diseño de estos requerimientos; pasando por la evaluación de la competencia, que en este caso se determinó que el carbón importado es el mejor referente, ya que es un producto con estándares y especificaciones claras para competir. Adicionalmente se incluyó un competidor reconocido en la matriz, que fabrica CPA, dentro de la metodología se establecieron las relaciones e interrelaciones y correlaciones necesarias, teniendo como patrón los estándares internacionales como las normas ASTM aplicadas al carbón activado granular.

En el estudio económico financiero se muestra las evaluaciones económicas de este proyecto de inversión para la Empresa Filter Ware Ltda, determinando la factibilidad o viabilidad económica. Este estudio es el encargado de realizar las evaluaciones económicas de cualquier proyecto de inversión, determina la factibilidad o viabilidad económica, financiera de un proyecto y es alimentado por el estudio técnico. Se analizaron los costos y se realizaron los cálculos de la probable inversión para un periodo de 5 años, identificando fuentes de financiamiento y los flujos de caja proyectados.

Al final se realizó una retroalimentación con Filter Ware Ltda, para validar los resultados encontrados, recibir su percepción frente a la información entregada y enriquecer con oportunidades de mejora los procesos.

ABSTRACT

In the following study we present the application of QFD methodology for product and production of activated carbon plant in Ware Filter Ltda Where through problem analysis met the qualitative factors internal to the organization resulting in the SWOT and external were analyzed quantitatively with laboratory testing and statistical tools which revised its greatest impact. From this data, the problem using tools such as cause and effect diagram to find nonconformities in the raw material.

The study was conducted market a product description, analyzed the demand, supply and identifies the results of matter-products processed or CPA. Apreian precursors is possible to produce an AC selection was performed according to the advantages and disadvantages of front end use.

After choosing the CPA as raw material, the tighter the production process, it was possible to identify the producing departments, describing the fruit, identifying potential vendors to supply the plant can implement, analyzing criteria such as location and production capacity.

By studying the demand was considered as the sources of information to learn DANE imports and exports of products derived from palm; Coming to establish apparent demand and potential sales of activated carbon.

Were surveyed potential customers with favorable results and interest in buying, and are able to establish what the initial amount that each could sue.

We determined the price of the competition, what are the players in the market, who is direct competition in supply. Developed product marketing strategies, marketing, advertising, and product distribution service.

For technical study, existing technologies were selected by reviewing their advantages and disadvantages compared to carbonization and activation process, ending with a decision, which would have the greatest benefit for CA production plant that meets the quality specifications requested market for production of filters for water treatment.

An analysis of the necessary processes as grinding, sifting, sorting, rose diagram and block processes. We performed the plant design and the location where we sought the best investment alternative proposed in the project, analyzing also installed capacity.

For implementation also proposed labor, human talent needed to meet estimated production and sales forecast annual and monthly according to the installed capacity.

Then we applied the methodology of QFD for Product and Production of Activated Carbon plant, where from customer requirements applied methodology and design specifications established these requirements, through the assessment of competence, which in this case was determined that imported coal is the best reference, since it is a product with specifications and standards clear to compete. Additionally included a recognized competitor in the matrix, which makes CPA, within the methodology were established relating and relationships and correlations necessary, using as gold standards like ASTM standards applied to granular activated carbon.

In financial economic study shows economic evaluations of this investment project for Ware Filter Company Ltd, determining the feasibility or economic viability. This study was commissioned to conduct economic evaluations of any investment project, determines the feasibility and economic viability of a project financial and is powered by the technical study. We analyzed the costs and calculations were made of the likely investment for a period of five years, identifying funding sources and projected cash flows.

At the end there was a feedback Ware Filter Ltda., to validate the results, get your face perception and enrich the information provided with opportunities to improve processes.

GLOSARIO

Activación Química: Es un proceso de impregnación del material precursor con soluciones concentradas de agentes oxidantes y deshidratantes, entre los utilizados están ZnCl_2 , H_3PO_4 , H_2SO_4 . Posteriormente a la mezcla seca se le realiza una pirólisis temperaturas entre 400 y 700°C. En la impregnación, el agente químico llega al interior de la partícula del precursor y produce deshidratación del material, salida de materia volátil, debilitamiento en la estructura, incremento de la elasticidad y crecimiento de la partícula. Se produce una degradación del material debido a la carbonización, que da origen a la estructura porosa.

Activación Física: Proceso de desarrollo de la porosidad por medio de la gasificación utilizando un gas oxidante, como vapor de agua, CO_2 , gases de combustión, aire o una combinación de estos con temperaturas entre 700 y 1100° C. Para los tres primeros, el proceso es endotérmico, fácil de controlar; con el aire, las reacciones son exotérmicas y es un proceso difícil de controlar.

Adsorción: La adsorción consiste en la fijación de moléculas en la superficie de un cuerpo sólido, debido a fuerzas intermoleculares en algunos sitios específicos de dicho sólido llamados centros activos. El sólido que adsorbe la molécula se llama adsorbente y la sustancia adsorbida se denomina adsorbato.

Área superficial: Es el área total por unidad de masa para una partícula o sólido. Característica de los sólidos porosos y en especial de los carbonos activados ya que también es el área de adsorción; es única para cada tipo de carbón.

Carbón Activado: Es un material de carbón con un área superficial específica; esta propiedad es importante en las aplicaciones industriales debido a la gran cantidad de compuestos que se pueden adsorber, tanto en fase gaseosa como en solución. Posee una estructura cristalina; es extremadamente poroso y desarrolla hasta áreas superficiales de 1,500 metros cuadrados, por gramo de carbón.

Carbonización: Es el proceso en el cual se produce una masa de carbono fijo a temperaturas por debajo de los 1000° C en ausencia de oxígeno. Involucra la descomposición térmica del material que elimina las especies no carbonadas. La carbonización se realiza en cualquier tipo de horno, controlando variables de velocidad de calentamiento, temperatura final, tiempo de residencia; ya que afectan directamente la estructura de porosidad del carbón.

Cenizas: Se define como el material residual que permanece aún después de una combustión o carbonización completa. El contenido de cenizas muestra el porcentaje en peso de este material contenido en el carbón activado y se determina calentando una muestra hasta 650° C por tres horas. Y a continuación se mide la diferencia de peso.

CPM: Sus siglas (Critical Path Method), denominado método de ruta crítica es un proceso administrativo donde intervienen todas las actividades que componen el proyecto y tiene como objetivo ejecutar el proyecto en el menor tiempo y al menor costo posible. Este método nos permite visualizar la imagen general del proyecto en un solo documento permitiendo así identificar rápidamente falencias en el mismo.

Cuesco de palma africana: Es un material con contenido de carbono fijo alto y bajo contenido de cenizas, llamado también endocarpio y hace parte de la biomasa o subproducto como resultado de los cultivos de oleaginosas para producción de aceite.

Densidad aparente: Se denomina al peso por unidad de volumen del mismo, lo que incluye los poros y los espacios entre las partículas. Se determina por la medición del peso de un volumen de muestra en un recipiente graduado hasta que el encogimiento termina.

Dureza: Llamada también resistencia a la abrasión. Es una propiedad muy importante en los carbones activados granulares ya que estos deben ser lo suficientemente fuertes para resistir los efectos de manejo. La falta de ésta provoca erosión y rompimientos durante el manejo y el uso.

Endocarpio: Parte exterior de la nuez o semilla del fruto de la palma de aceite compuesta por un cuesco lignificado, el cual es utilizado como materia prima para la producción de carbón activado de origen vegetal, combustible y relleno de carreteras.

Granulometría: Medida de control del tamaño de partícula de carbón activado. Se controla por proceso de tamizado.

Humedad: Propiedad de absorción controlada del carbón activado. La humedad se determina secando una parte de la muestra en un horno a 110° C por 2 horas.

Materia volátil. Se define como los productos de un combustible orgánico que se eliminan cuando este se calienta a temperatura de 900° C. Se puede determinar por medio de análisis termogravimétrico (TGA).

Macroporos: Porosidad (ancho mayor a 50 nm) sirve de transporte hacia el interior de la partícula hacia los microporos.

Mesoporos: Porosidad (ancho entre 2 y 50 nm) son importantes para la adsorción de moléculas grandes.

Microporos: Porosidad (ancho menor a 2 nm) contribuyentes a un área superficial elevada y proveen al carbón con grandes capacidades adsorbentes para moléculas pequeñas tales como gases y algunos solventes.

Morfología: Forma del grano de carbón activado; depende de la materia prima que se parta y de la agresividad de las condiciones de activación del carbón.

Número de yodo. Es la capacidad de adsorber que tiene el yodo en solución acuosa durante un tiempo de contacto bajo condiciones específicas según NTC 4467. Se calculan los miligramos de yodo adsorbido, para determinar qué tan adsorbente es la muestra de carbón activado.

PCI: El perfil de análisis interno evalúa como se encuentra la situación en el tiempo presente. Al igual que detecta los factores que de manera clave condicionan su desempeño en el pasado muestra como la evaluación en el desempeño en la identificación de debilidades, fortalezas y se comparan con la misión.

PERT: Las iniciales P.E.R.T (Program Evaluation and Review Technique) significan técnica de evaluación y revisión de programas, esta técnica da la posibilidad de cumplir con fechas de entrega específicas en la ejecución de actividades para el desarrollo del proyecto adicionalmente ayuda a la planeación y control del mismo.

POAM: El perfil de análisis interno evalúa la situación del entorno por medio de factores que afectan las condiciones que generan dinámica para las oportunidades y de esta forma aprovecharlas o amenazas para mitigarlas. Todo esto con el fin de ser una organización más fuerte frente a lo que puede suceder pero que no se puede evitar.

Porosidad: Propiedad del carbón activado granular, con estructuras macroporosas, mesoporosas, microporosas. La porosidad es una función directa del modo de empalme de las unidades estructurales del carbón; los espacios entre ellas constituyen la porosidad del carbón.

QFD: (Quality Function Deployment) o despliegue de la función de calidad es una metodología que traduce la “voz del cliente” en parámetros de diseño, para que estos puedan desplegarse, en forma horizontal dentro de los procesos de planeación, ingeniería, manufactura, ensamble y servicio de una compañía.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Colombia no se produce industrialmente un carbón activado de origen vegetal que supla las necesidades de calidad de los fabricantes de equipos de purificación de agua potable (como los ozonizadores), por lo que se ven abocados a usar esta materia prima vía importación, conllevando a un mayor costo de fabricación de estos equipos; sin embargo hay fabricantes que utilizan carbón activado nacional dado su bajo costo frente al importado, sin tener en cuenta la calidad del producto que están adquiriendo en el mercado, esto genera no conformidades en el agua tratada por el purificador, como arrastre de partículas [FILTER WIRE LTDA., Gerencia].

En el caso de la empresa Filter Ware Ltda, ha probado durante varios años con distintos proveedores nacionales de carbón activado, pero ninguna de estas materias primas ha funcionado de manera óptima en el filtro de agua, solamente han sido los carbones importados con los que la empresa ha logrado que el agua de salida del filtro no contenga partículas de carbón suspendidas y que generan estéticamente un aspecto turbio no agradable al consumidor. Esto para la empresa ha repercutido en una disminución en las ventas, frenando así su expansión en el mercado doméstico.

Por tanto la empresa Filter Ware Ltda tiene la urgente necesidad de trabajar en sus procesos con un carbón activado de origen vegetal que evite no conformidades en el agua potable, ya que en la búsqueda de una excelente calidad en su producto final (ozonizadores) requiere asegurar el control de las características de esta materia prima, que no ha sido una garantía suplida por el mercado nacional. Bajo la decisión tomada por la empresa de producir de manera rentable su propio carbón activado de alta calidad y con un valor menor al importado, se propone plantear y desarrollar el diseño conceptual del producto y proceso carbón activado de origen vegetal aplicando la metodología del QFD para los filtros de agua potable producidos, de forma tal que se aseguren las características y especificaciones requeridas por el demandante.

En nuestro país existen potenciales fuentes de materia prima para la fabricación de este producto. La cáscara de coco, el cultivo de palma africana que actualmente son tratadas como desecho. Para Filter Ware Ltda. Es de gran importancia la creación de este nuevo producto en busca de un mejoramiento en la calidad de agua que sale de los ozonizadores. En este estudio general se busca encontrar las oportunidades para la creación de una planta de producción de carbón activado de origen vegetal aprovechando los distintos precursores, que compitan con calidad frente al producto importado Alemán.

1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA EN FILTER WARE LTDA.

En este capítulo se muestra una breve reseña de la empresa Filter Ware Ltda., un diagnóstico muy completo de los factores internos y externos realizado para establecer la situación de la producción actual de la empresa, y por último se identifica la causa del problema en el proceso de fabricación de filtros y se presenta la verificación a través de resultados mediante una prueba de laboratorio.

1.1 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

El análisis administrativo que se desarrollará a la Empresa Filter Ware Ltda es el de planeación estratégica ya que nos permite obtener un concepto claro de la organización en estudio, haciendo a su vez posible la formulación de planes y actividades que nos lleven hacia sus metas y facilite la preparación para enfrentar cambios del ambiente en que éste opera.

La planeación estratégica es importante para el desarrollo del proyecto, ya que nos da a conocer como está organizada la empresa, cuál es su actividad económica y su visión de mercado.

1.1.1 Reseña Empresa Filter Ware Ltda.

De acuerdo a la entrevista realizada a Javier Camelo Gerente de la empresa Filter Ware Ltda (ver Anexo 1-1) se describe su inicio como una empresa familiar, la cual mediante pruebas con moldes de inyección que utilizaron su padre y tío para proveer a una empresa comercializadora del sector de equipos de purificación con ozono, se gestó la idea de negocio en el año de 1.999, para dar utilidad a dichos moldes y que poco a poco se fue consolidando en un nicho minorista hasta su consolidación, y en la actualidad es parte de las cuatro principales empresas que compiten en el mercado de la fabricación de equipos de purificación. Sus clientes principalmente son familias, empresas e instituciones. Con un equipo de trabajo versátil y con sentido de pertenencia que apoya cada uno de los procesos.

Esta misma visión de su inicio permite ahora ver oportunidades en el mercado del carbón activado de origen vegetal, donde ve la posibilidad de producir su propio carbón y proveerlo al mercado nacional.

Se evidencia de acuerdo a la entrevista que la empresa no cuenta con una planeación estratégica bien estructurada, debido a que está clasificada como una

Mi Pyme. Sin embargo, el gerente dio a conocer la misión, la visión y la estructura organizacional con la que cuentan actualmente.

1.1.2 Misión

Filter Ware es una empresa cuya finalidad es ser proveedora de purificadores de agua, purificadores de aire, plantas de tratamiento tipo industrial, equipos ultravioleta, filtros en general y todo tipo de suministros relacionados con el ramo; para personas, familias, empresas e instituciones, satisfaciendo ampliamente sus necesidades y expectativas mediante productos de la mejor calidad.

Trabajamos de manera estrecha con nuestros clientes en la resolución de problemas técnicos, brindándoles asesorías continuas y proponiéndoles alternativas de solución a sus cuestionamientos.

Contamos con un equipo de trabajo capacitado y comprometido con nuestros clientes, lo cual nos ha permitido la construcción de sólidas relaciones comerciales con ellos y con el mercado en general, basados en la mutua confianza y en el franco deseo de progreso recíproco.

1.1.3 Visión

Ser reconocidos en el mercado como proveedores confiables, manteniendo la competitividad de nuestros clientes y contribuyendo a desarrollar su potencial de crecimiento mediante la implementación de nuevos productos que estén a la vanguardia de las exigencias de los consumidores.

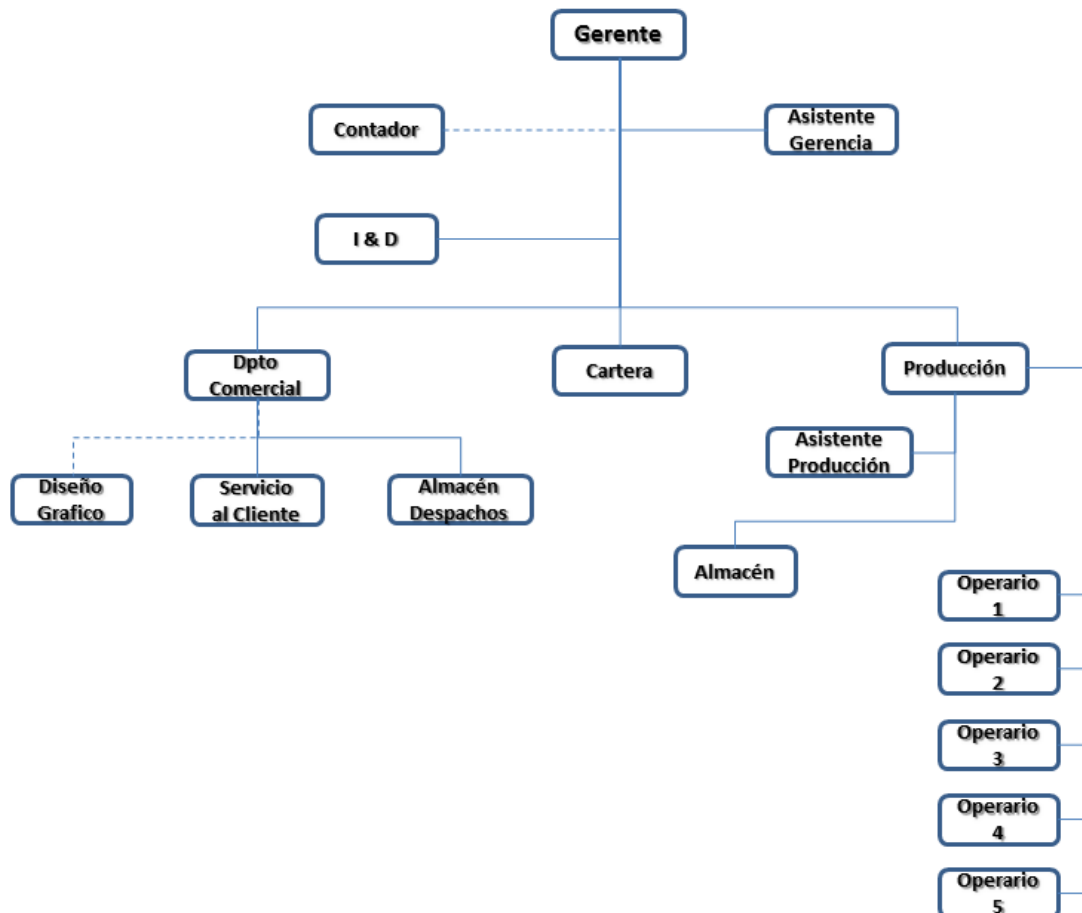
Llegar a nuevos mercados con productos innovadores, adaptados a sus necesidades específicas, conservando políticas claras de responsabilidad social, ética, transparencia y confianza.

1.1.4 Estructura Organizacional

La estructura organizacional establece las relaciones formales de mando o de dependencia, la agrupación de individuos, unidades y el diseño de sistemas para asegurar la comunicación, coordinación entre los procesos; permite visualizar las diferentes partes de la organización, como se relacionan estas entre sí y los puestos existentes.

La empresa cuenta actualmente con siete empleados, los cuales cumplen diferentes roles, a continuación en la figura 1.1 se visualiza la estructura organizacional de ésta.

Figura 1.1 Estructura Organizacional de Filter Ware

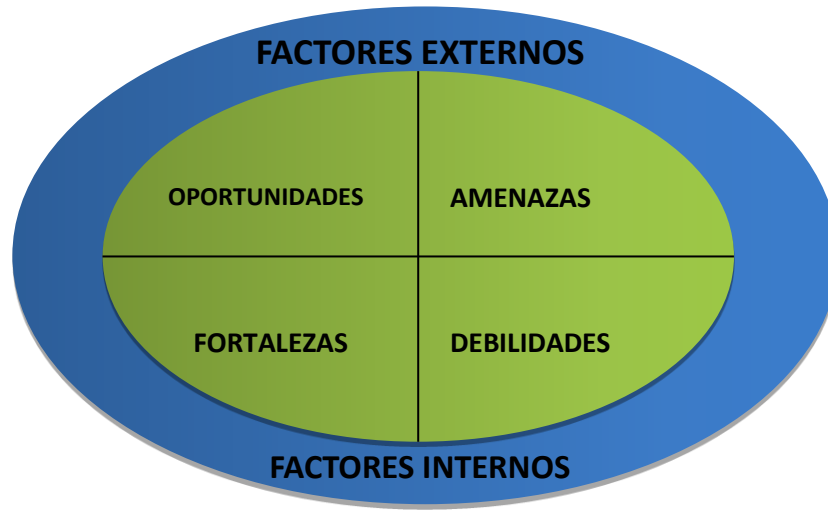


Fuente: Los Autores

1.1.5 Diagnóstico Estratégico

Para la elaboración del diagnóstico se tiene en cuenta los factores internos y externos que están involucrados, permitiendo identificar las oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas para la organización. Ver figura 1.2.

Figura 1.2. Diagrama diagnostico estratégico



Fuente: Los Autores

1.1.5.1 Diagnóstico Interno PCI

El perfil de capacidad interna PCI es una herramienta que se utiliza para evaluar las fortalezas y las debilidades de una organización (SERNA GOMEZ, 2000) [1]. En este caso se utilizó para identificar los diferentes factores que afectan la operación de la empresa Filter Ware Ltda. Con este diagnóstico se examina cuál es su posición estratégica y se establece cuáles son las áreas que necesitan atención y en cuales existe un mejor desempeño.

Calificación de los Factores. Cada factor se identificó como fortaleza o debilidad en una escala valorativa de alto, medio y bajo, con un criterio cualitativo mostrando la realidad de cada factor en la empresa Filter Ware.

Calificación de Impacto. Después de calificar las fortalezas y debilidades se evaluó el impacto de cada factor que afecta el éxito de la empresa Filter Ware. También con una escala valorativa de alto, medio y bajo.

Para el análisis PCI se calificaron los aspectos de capacidad directiva (Ver Anexo 1-2), capacidad tecnológica (Anexo Ver 1-3), capacidad de talento humano (Anexo Ver 1-4), capacidad competitiva (Ver Anexo 1-5), capacidad financiera (Anexo Ver 1-6), los cuales fueron obtenidos a través de una encuesta realizada al gerente señor Javier Camelo.

[1] SERNA GOMEZ, Humberto. Gerencia Estratégica: Planeación y Gestión, Teoría y Metodología. Séptima Edición, págs. 105-173. Bogotá, 3R Editores, 2000.

– Capacidad directiva

La capacidad directiva se puede definir como el liderazgo y el talento directivo que se encuentra en una organización en función de estrategias establecidas. También hace referencia a la capacidad de llevar a la empresa hacia los objetivos que se han propuesto.

En Filter Ware Ltda se encontró que dentro de esta capacidad las fortalezas son imagen corporativa y velocidad de respuesta a condiciones cambiantes. Dentro de las debilidades hay poca capacidad para manejar la inflación y no hay agresividad para enfrentar la competencia (ver Anexo 1-2).

– Capacidad tecnológica

La principal capacidad tecnológica en una empresa es la innovación, fuente de las ventajas competitivas. Se refiere a la capacidad de respuesta con tecnologías de la información, comunicación, equipos, maquinaria y la información necesaria para administrarla.

En la empresa Filter Ware se identifica que las fortalezas están dirigidas a la efectividad de la producción y programas de entrega, valor agregado al producto, nivel de coordinación e integración con otras áreas y Flexibilidad de la producción. Las debilidades más destacadas fueron la economía de escala y la Intensidad de mano de obra en el producto (ver Anexo 1-3).

– Capacidad de talento humano

Esta capacidad se refiere al recurso más importante que hace que el conocimiento, experiencia de las personas y la productividad se manifiesten. Revela el desempeño del equipo de trabajo en todos sus ámbitos y cuál es el clima organizacional.

En Filter Ware Ltda se observó que las fortalezas están dirigidas hacia la estabilidad laboral, bajo ausentismo, poca accidentalidad, altos índices de desempeño y productividad. Sus debilidades se encuentran en el nivel académico del talento y el nivel de remuneración (ver Anexo 1-4).

- Capacidad competitiva

Esta capacidad incluye la satisfacción, acceso al cliente, el mercado, su participación y cómo se encuentra la empresa frente a la competencia. En general todos aquellos aspectos que hacen que la misma se diferencie, como la calidad de su oferta y exclusividad.

En Filter Ware Ltda se evidenció que las fortalezas competitivas son la lealtad y satisfacción del cliente, bajos costos de distribución, fortaleza de los proveedores y disponibilidad de insumos. En las debilidades con mayor impacto se tienen: la participación del mercado (que es aproximadamente un 10%), la administración de clientes, el acceso a organismos privados o públicos (escuelas, colegios, hospitales) y en programas post-venta (ver Anexo 1-5).

- Capacidad financiera

Indica la capacidad que tiene la empresa de intervenir con su oferta en el mercado, ésta dice además que tanta capacidad se posee para invertir, endeudarse o responder a eventualidades diferentes de su actividad económica. Revela si una empresa ejerce buena administración de los recursos internos y externos. Muestra su liquidez para operar y el manejo de los costos para poder de competir.

Para Filter Ware Ltda las fortalezas financieras son el acceso a capital (cuando lo requiere), retorno de la inversión, liquidez, disponibilidad de fondos internos, estabilidad de costos, habilidad para mantener el esfuerzo ante la demanda cíclica u oleadas. Sus debilidades son elasticidad de la demanda con respecto a los precios, disponibilidad de rentabilidad porque se da crédito a clientes (ver Anexo 1-6).

1.1.5.2 Diagnostico Externo POAM

El perfil de oportunidades y amenazas en el medio POAM se analizó para la situación del entorno aplicado a la empresa Filter Ware, donde es importante ver desde un panorama objetivo todos los factores que afectan y generan oportunidades buscando aprovecharlas o amenazas para tener la posibilidad de mitigarlas. Todo esto con el fin de fortalecerse frente a lo que pueda suceder pero que no se puede evitar, sacando el mejor provecho.

Para el análisis POAM se calificaron los factores económicos (Ver Anexo 1-7), factores políticos (Ver Anexo 1-8), factores sociales (Ver Anexo 1-9), factores tecnológicos (Ver Anexo 1-10), factores geográficos (Ver Anexo 1-11), factores competitivos (Ver Anexo 1-12) (SERNA GOMEZ, 2000) [2] los cuales fueron desarrollados también a manera de encuesta con el señor Javier Camelo gerente de la empresa.

Calificación de los factores: Se calificaron las oportunidades y amenazas en una escala valorativa de alto, medio y bajo con un criterio cualitativo mostrando la realidad de cada factor en la empresa Filter Ware.

Calificación de impacto: Después de calificar las oportunidades y amenazas se evaluó el impacto de cada factor que afecta a la empresa Filter Ware. También con una escala valorativa de alto, medio y bajo.

– Factores económicos

La economía es cambiante y es difícil de controlar, como empresa se debe tener claro los cambios que la pueden afectar, el movimiento y flujo del dinero, su valor, como los bienes y servicios afectan a nivel nacional y global; la economía ya es mundial, aspectos como la inflación, devaluación y otros factores como la inversión la afectan.

En cuanto a las oportunidades para la empresa Filter Ware se encontró que las exportaciones a Latinoamérica serían una buena opción de expansión. Y la amenaza mayor es la inflación y en menor grado los efectos del TLC o tratados de libre comercio (ver Anexo 1-7).

– Factores políticos

En todo, lo que se refiere al poder hay muchas implicaciones que se deben tener en cuenta y no hay control, conflictos, zonas de riesgo, fortines políticos. Todas las leyes, normas y reglamentos que cambian con frecuencia. Cambios en el sistema de gobierno.

La oportunidad en este aspecto para la empresa Filter Ware está en las leyes, con respecto al cuidado del agua. Ejemplo proveer equipos para el mercado

² SERNA GOMEZ, Humberto. Gerencia Estratégica: Planeación y Gestión, Teoría y Metodología. Séptima Edición, págs. 105-173. Bogotá, 3R Editores, 2000.

institucional y la amenaza está enfocada en la inestabilidad política (ver Anexo 1-8).

- Factores sociales

Afectan los valores sociales como la educación, la salud, seguridad de las personas, creencias, la cultura, ingresos familiares, desempleo, tasas de natalidad y su control.

La oportunidad en este aspecto para la empresa Filter Ware está en las tasas de natalidad, luego más familias. Esto se verá reflejado en más consumo y la amenaza es el desempleo, menos recursos para comprar (ver Anexo 1-9).

- Factores tecnológicos

Hacen relación a los niveles de tecnología con que se cuenta, la disponibilidad y acceso a ella. También contempla materiales con baja oferta procesos especiales como automatización.

Algunas oportunidades en este aspecto para la empresa Filter Ware están en el incremento del nivel de tecnología, la automatización y tecnologías de información en ventas. La amenaza aunque muy baja esta relaciona con la flexibilidad en los procesos (ver Anexo 1-10).

- Factores geográficos

Son los relacionados por ejemplo con la ubicación, espacio, topografía o clima. La oportunidad aquí para la empresa Filter Ware está en el clima y la ubicación. La amenaza está relacionada con las vías de acceso para llegar a algunos distribuidores (ver Anexo 1-11).

- Factores competitivos

Hace referencia al mercado de la competencia, servicio y calidad de su producto. Para Filter Ware Ltda la oportunidad está en la desregularización del sector financiero, alianzas estratégicas y desarrollo de la banca de inversiones; en las amenazas se tienen los nuevos competidores. (Ver Anexo 1-12).

1.1.6 Evaluación de Factores

1.1.6.1 Factores internos

Para obtener la matriz de evaluación de factores internos se trabaja con las tablas realizadas junto con los directivos de Filter Ware Ltda. Y que se ubican en los (Ver Anexos 1-1 a 1-10); lo primero es clasificar cada factor interno como fortaleza o debilidad. Lo segundo es asignar un peso a cada factor para lo cual se asignan la mitad de los puntajes para las fortalezas y la otra mitad para las debilidades, para luego de esto, distribuir dichos puntajes como PESO (%) entre los factores respectivos, ya sea fortalezas o debilidades; a las fortalezas de alto impacto se les asigna un peso de 1.6%, a las de medio 1.2% y las de bajo 0.8%; mientras que para las debilidades 2.6% alto, 2.0% medio y 1.4% bajo. Lo tercero es definir la calificación de cada factor de acuerdo al grado: para las fortalezas a un grado alto se le da una calificación de 5.0, a uno medio de 4.2 y a uno bajo de 3.3; mientras que para las debilidades 0.8 alto, 1.7 medio y 2.5 bajo. Lo cuarto es cuantificar el peso promedio que tiene cada factor que se hace simplemente multiplicando el peso de cada uno por la calificación de cada uno.

Por ejemplo para el caso del factor “Imagen Corporativa, Responsabilidad Social”, fue calificada como *fortaleza* de grado alto (5.0 de *calificación*) y evaluada con un impacto alto (1.6% de *peso*), de tal forma que el 1.6% de 5.0 es 0.0800 que corresponde al *peso promedio* de dicho factor.

Finalmente para los factores se presentan los resultados tabulados en las siguientes tablas para fortalezas y otra para debilidades (Tabla 1.1). En total 40 fortalezas y 23 debilidades. Al final se suman los pesos promedio para totalizar.

Tabla 1.1. Matriz de Evaluación de factores internos

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS DE LA EMPRESA FILTER WARE			
FACTOR INTERNO CLAVE	PESO %	CALIFICACIÓN	PESO PROMEDIO
FORTALEZAS			
1. Imagen Corporativa, Responsabilidad Social	1.6	5.0	0.0800
2. Uso de planes estratégicos, Análisis Estratégico	1.6	3.3	0.0528
3. Velocidad de respuesta a condiciones cambiantes	1.6	5.0	0.0800
4. Flexibilidad de la estructura organizacional	1.2	4.2	0.0504

5. Comunicación y control Gerencial	0.8	3.3	0.0264
6. Orientación empresarial, habilidad para atraer y retener gente altamente creativa	1.2	4.2	0.0504
7. Habilidad para responder a la tecnología cambiante	0.8	3.3	0.0264
8. Sistemas de Control	1.2	3.3	0.0396
9. Sistemas de Coordinación y responsabilidades	1.6	5.0	0.0800
10. Habilidad técnica y de manufactura	1.2	3.3	0.0396
11. Capacidad de innovación	0.8	4.2	0.0336
12. Efectividad de la producción y programas de entrega	1.6	5.0	0.0800
13. Valor agregado al producto	1.6	5.0	0.0800
14. Nivel Tecnológico	0.8	3.3	0.0264
15. Aplicación de tecnología de computadores	1.6	4.2	0.0672
16. Nivel de coordinación e integración con otras áreas	1.6	5.0	0.0800
17. Flexibilidad de la producción	1.6	5.0	0.0800
18. Experiencia técnica	0.8	3.3	0.0264
19. Estabilidad	1.6	5.0	0.0800
20. Rotación	0.8	3.3	0.0264
21. Ausentismo	1.6	5.0	0.0800
22. Pertenencia	1.2	4.2	0.0504
23. Accidentalidad	1.6	5.0	0.0800
24. Retiros	0.8	5.0	0.0400
25. Índices de desempeño y productividad	1.6	5.0	0.0800
26. Fuerza de producto, calidad, exclusividad	1.6	3.3	0.0528
27. Lealtad y satisfacción del cliente	1.6	5.0	0.0800
28. Bajos costos de distribución	1.6	5.0	0.0800
29. Inversión en I&D para desarrollo de nuevos productos	0.8	3.3	0.0264
30. Fortaleza de los proveedores y disponibilidad de insumos	1.6	5.0	0.0800
31. Portafolio de productos	0.8	3.3	0.0264
32. Acceso a capital cuando lo requiere	1.6	5.0	0.0800
33. Grado de utilización de su capacidad de endeudamiento	1.2	3.3	0.0396
34. Facilidad para salir del mercado	0.8	3.3	0.0264
35. Retorno de la inversión	1.6	5.0	0.0800
36. Liquidez, disponibilidad, de fondos internos	1.6	5.0	0.0800
37. Comunicación y control gerencial	1.2	3.3	0.0396
38. Habilidad para competir con precios	1.6	3.3	0.0528
39. Inversión de capital. Capacidad para satisfacer demanda	1.2	4.2	0.0504
40. Estabilidad de costos, habilidad para mantener el esfuerzo ante la demanda cíclica-oleadas	1.6	5.0	0.0800

DEBILIDADES			
1. Evaluación y pronóstico del medio	1.4	1.7	0.0238
2. Habilidad para manejar la inflación	2.6	0.8	0.0208
3. Agresividad para enfrentar la competencia	1.4	0.8	0.0112
4. Sistemas de toma de decisiones	1.4	1.7	0.0238
5. Evaluación de Gestión	2.0	2.5	0.0500
6. Nivel de tecnología utilizado en los productos	1.4	2.5	0.0350
7. Fuerza de patentes y procesos	1.4	1.7	0.0238
8. Intensidad de mano de obra en el producto	2.6	1.7	0.0442
9. Economía de escala	2.6	1.7	0.0442
10. Nivel académico del talento	2.0	2.5	0.0500
11. Motivación	2.0	2.5	0.0500
12. Nivel de remuneración	1.4	2.5	0.0350
13. Participación del mercado 10%	2.6	0.8	0.0208
14. Uso de la curva de experiencia	2.0	1.7	0.0340
15. Uso del ciclo de vida del producto y del ciclo de reposición	1.4	0.8	0.0112
16. Ventaja sacada del potencial de crecimiento del mercado	1.4	0.8	0.0112
17. Concentración de consumidores	2.0	0.8	0.0160
18. Administración de clientes	2.6	0.8	0.0208
19. Acceso a organismos privados o públicos-Escuelas-Colegios-Hospitales	2.6	0.8	0.0208
20. Programas post-venta	2.6	0.8	0.0208
21. Bajos Costos de Ventas	2.6	1.7	0.0442
22. Elasticidad de la demanda con respecto a los precios	2.6	0.8	0.0208
23. Disponibilidad de rentabilidad	2.6	0.8	0.0208
TOTAL			3.0

FUENTE: Los autores.

1.1.6.2 Factores externos

De la misma forma que se realizó la evaluación de los factores internos, se llevó a cabo la matriz para los factores externos: Se clasificaron como oportunidades o amenazas, se les asignó un peso de acuerdo al impacto de oportunidades (3.3% alto, 2.6% medio y 1.9% bajo) o amenazas (6.5% alto, 5.0% medio y 3.5% bajo), se les calificó de acuerdo al grado: para oportunidades (5.0 alto, 4.2 medio y 3.3 bajo) y amenazas (2.5 bajo, 1.7 medio y 0.8 alto), y se calculó el peso promedio. La matriz se presenta en la Tabla No. 1.2 donde se suman los pesos promedios para cada factor y lograr un total. En total son detectadas 18 oportunidades y 11 amenazas.

Tabla 1.2. Matriz de Evaluación de factores externos

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS DE LA EMPRESA FILTER WARE			
FACTOR EXTERNO CLAVE	PESO, %	RANGO	PESO PROMEDIO
OPORTUNIDADES			
1. Inversión Externa	1.9	3.3	0.0627
2. Exportación a Latinoamérica	3.3	5.0	0.1650
3. Constitución	2.6	4.2	0.1092
4. Normas	1.9	3.3	0.0627
5. Impuestos	1.9	3.3	0.0627
6. Leyes	3.3	5.0	0.1650
7. Tasas de natalidad	3.3	5.0	0.1650
8. Distribución del ingreso	2.6	4.2	0.1092
9. Nivel de tecnología	3.3	5.0	0.1650
10. Automatización	3.3	5.0	0.1650
11. Tecnologías de información en ventas	3.3	5.0	0.1650
12. Desregularización del sector financiero	3.3	5.0	0.1650
13. Alianzas Estratégicas	3.3	5.0	0.1650
14. Formación de Conglomerados	2.6	4.2	0.1092
15. Desarrollo de la Banca de Inversiones	3.3	5.0	0.1650
16. Internacionalización del Negocio Financiero	1.9	3.3	0.0627
17. Ubicación	2.6	4.2	0.1092
18. Clima	3.3	5.0	0.1650
AMENAZAS			
1. Inflación	6.5	0.8	0.0520
2. Devaluación	5.0	2.5	0.1250
3. PIB	3.5	2.5	0.0875
4. TLC	5.0	1.7	0.0850
5. Estabilidad política	3.5	2.5	0.0875
6. Desempleo	3.5	2.5	0.0875
7. Flexibilidad de procesos	3.5	2.5	0.0875
8. Inversión Extranjero en el Sector Financiero	5.0	1.7	0.0850
9. Rotación de Talento Humano	3.5	2.5	0.0875
10. Nuevos Competidores	6.5	0.8	0.0520
11. Vías de acceso	3.5	2.5	0.0875
TOTAL			3.3

FUENTE: Los autores.

1.1.7 Análisis de Factores

1.1.7.1 Factores Internos (PCI)

El resultado final de la matriz de Factores Internos de la empresa Filter WARE **(3.0/5.0** es decir el **60%**), indica que se debe preparar mejor en el área tecnológica para ser más competitiva. De igual forma se observa que tiene un muy buen manejo del personal y de los recursos propios de la empresa.

1.1.7.2 Factores Externos (POAM)

El resultado final de la matriz de Factores Externos de la empresa Filter Ware **(3.3/5.0** es decir el **66%**), muestra un gran campo de acción que se puede dar en el exterior, de igual forma indica un alto nivel de estabilidad de la empresa en cuanto a sus políticas y su producción.

1.1.8 Análisis DOFA

Para la construcción del DOFA se colocan en una matriz todas las oportunidades y amenazas, al tiempo que las fortalezas y debilidades más importantes, 21/40 y 10/23 respectivamente, de acuerdo al peso promedio de cada una de ellas como se muestra a continuación en la Tabla 1.3

Tabla 1.3. DOFA

DOFA FILTER WARE LTDA.	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1. Inversión Externa 2. Exportación a Latinoamérica 3. Constitución 4. Normas 5. Impuestos 6. Leyes 7. Tasas de natalidad 8. Distribución del ingreso 9. Nivel de tecnología 10. Automatización 11. Tecnologías de información en ventas 12. Desregularización del sector financiero 13. Alianzas Estratégicas 14. Formación de Conglomerados 15. Desarrollo de la Banca de Inversiones 16. Internacionalización del Negocio Financiero 17. Ubicación 18. Clima	1. Inflación 2. Devaluación 3. PIB 4. TLC 5. Estabilidad política 6. Desempleo 7. Flexibilidad de procesos 8. Inversión Extranjero en el Sector Financiero 9. Rotación de Talento Humano 10. Nuevos Competidores 11. Vías de acceso

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Imagen Corporativa, Responsabilidad Social 2. Uso de planes estratégicos, Análisis Estratégico 3. Velocidad de respuesta a condiciones cambiantes 4. Sistemas de Coordinación y responsabilidades 5. Efectividad de la producción y programas de entrega 6. Valor agregado al producto 7. Aplicación de tecnología de computadores 8. Nivel de coordinación e integración con otras áreas 9. Flexibilidad de la producción 10. Estabilidad 11. Ausentismo 12. Accidentalidad 13. Índices de desempeño y productividad 14. Fuerza de producto, calidad, exclusividad 15. Lealtad y satisfacción del cliente 16. Bajos costos de distribución 17. Fortaleza de los proveedores y disponibilidad de insumos 18. Acceso a capital cuando lo requiere 19. Retorno de la inversión 20. Liquidez, disponibilidad, de fondos internos 21. Estabilidad de costos, habilidad para mantener el esfuerzo ante la demanda cíclica-oleada 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Habilidad para manejar la inflación 2. Intensidad de mano de obra en el producto 3. Economía de escala 4. Participación del mercado 10% 5. Administración de clientes 6. Acceso a organismos privados o públicos- Escuelas-Colegios-Hospitales 7. Programas post-venta 8. Bajos Costos de Ventas 9. Elasticidad de la demanda con respecto a los precios. 10. Disponibilidad de rentabilidad

FUENTE: Los autores.

1.1.9 Matriz DOFA

La matriz presentada en la siguiente página como Tabla 1.4 se construye cruzando los factores externos (Oportunidades y Amenazas) en la primera fila, con los factores internos (Fortalezas y Debilidades) en la primera columna, de tal forman que se trazan los 4 tipos de estrategias, a saber: FO (Fortalezas-Oportunidades), FA (Fortalezas-Amenazas), DO (Debilidades-Oportunidades) y DA (Debilidades-Amenazas), a partir de las relaciones existentes entre éstos factores.

En términos generales se puede observar que el principal problema se encuentra en el cumplimiento de las especificaciones de calidad del carbón activado nacional comparado con el importado alterando el funcionamiento óptimo del filtro y las propiedades de sabor y color del agua. Por tal motivo se propuso realizar un estudio de las propiedades de las materias primas nacionales y la importada que utiliza actualmente la empresa para confirmar el problema.

1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del proceso

Filter Ware Ltda es una empresa que dentro de su misión tiene como finalidad ser proveedor de algunos productos como purificadores de agua y filtros.

En este estudio nos enfocaremos en el carbón activado que se utiliza como insumo dentro del proceso de ensamble del filtro utilizado en equipos de purificación. En la figura 1.3 se muestra el filtro utilizado.

Figura 1.3 Filtro de purificación de agua



Fuente. Los Autores

MATRIZ DOFA (Tabla 1.4)	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión Externa • Exportación a Latinoamérica • Constitución • Normas • Impuestos • Leyes • Tasas de natalidad • Distribución del ingreso • Nivel de tecnología • Automatización • Tecnologías de información en ventas • Desregularización del sector financiero • Alianzas Estratégicas • Formación de Conglomerados • Desarrollo de la Banca de Inversiones • Internacionalización del Negocio Financiero • Ubicación • Clima 	<ul style="list-style-type: none"> • Inflación • Devaluación • PIB • TLC • Estabilidad política • Desempleo • Flexibilidad de procesos • Inversión Extranjero en el Sector Financiero • Rotación de Talento Humano • Nuevos Competidores • Vías de acceso
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS FA
<ul style="list-style-type: none"> • Imagen Corporativa, Responsabilidad Social • Uso de planes estratégicos, Análisis Estratégico • Velocidad de respuesta a condiciones cambiantes • Sistemas de Coordinación y responsabilidades • Efectividad de la producción y programas de entrega • Valor agregado al producto • Aplicación de tecnología de computadores • Nivel de coordinación e integración con otras áreas • Flexibilidad de la producción • Estabilidad • Bajo ausentismo • Baja accidentalidad • Índices de desempeño y productividad • Fuerza de producto, calidad, exclusividad • Lealtad y satisfacción del cliente • Bajos costos de distribución • Fortaleza de los proveedores y disponibilidad de insumos • Acceso a capital cuando lo requiere • Retorno de la inversión • Liquidez, disponibilidad de fondos internos • Estabilidad de costos, habilidad para mantener el esfuerzo ante la demanda cíclica-oleadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovechar la imagen corporativa para incursionar en el campo de la exportación y atraer inversión extranjera. - Dado el buen manejo que la empresa le da al aspecto de responsabilidad social puede generar un beneficio económico disminuyendo el aporte de impuestos. - Generando planes estratégicos muy bien definidos La empresa Filter Ware podrá mejorar sus niveles de tecnología y una mejor distribución de sus ingresos. - Implementar sistemas de automatización y altos niveles de tecnología utilizando la fortaleza en sistemas de coordinación, velocidad de respuesta a condiciones cambiantes, flexibilidad, aplicación de tecnología en computadores, estabilidad efectividad en la producción, - Usar el alto valor agregado del producto con mayor calidad, bajos costos de distribución, liquidez, estabilidad de costos, exclusividad, supliendo las necesidades del cliente para tener mayor oportunidad en el campo de la exportación y mejor distribución de los ingresos. - A partir de las variaciones climáticas programar la producción para responder con mayor efectividad ante las demandas cíclica-oleadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Con indicadores económicos tan sensibles como la inflación y la devaluación, Filter Ware puede afrontarlos con la buena estabilidad de costos que tiene, con su alto nivel de liquidez, disponibilidad de fondos internos, y con los bajos costos de distribución. - Dado los cambios que se puedan dar en el PIB, Filter Ware puede amortiguarlos por el grado de estabilidad que tiene en el mercado, la flexibilidad que tiene en su producción y su gran desempeño productivo. - Con el acuerdo de TLC que tiene Colombia en la actualidad Filter Ware competirá con la fuerza que tiene en sus productos, la calidad el valor agregado y la exclusividad, así mismo con la lealtad y la satisfacción del cliente. - Dado los cambios de gobierno que se puedan dar y los altos niveles de desempleo que existen en la actualidad filter ware puede garantizar a sus empleados una gran estabilidad laboral. - En la flexibilización de los procesos Filter Ware lo puede manejar con el esquema cambiante que tiene, sus niveles de coordinación e integración con todas las áreas, la efectividad en la producción y el buen uso de los planes estratégicos.
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para manejar la inflación • Intensidad de mano de obra en el producto • Economía de escala • Participación del mercado 10% • Administración de clientes • Acceso a organismos privados o públicos-Escuelas-Colegios-Hospitales • Programas post-venta • Bajos Costos de Ventas • Elasticidad de la demanda con respecto a los precios 	<ul style="list-style-type: none"> - Mediante un sistema de automatización se puede reducir la intensidad de mano de obra en el producto. - Mejorando la tecnología y con factores externos como la inversión extranjera se podrá ampliar la economía a escala. - Desarrollando mejores planes de distribución de los ingresos y ejerciendo un aprovechamiento en el campo de exportación latinoamericana, se mejorarían los programas post-venta, con mejores costos de productos y 	<ul style="list-style-type: none"> - Filter Ware debe expandir su participación en el mercado, mejorar los niveles de elasticidad de la demanda con respecto a los precios para hacer frente a la inflación y devaluación. - Profundización a los programas de post-venta y optimizando la administración de los clientes se podrán ejercer acciones competitivas ante al TLC. - Implementando nuevas metodologías de trabajo Filter ware lograra una mayor flexibilización en sus procesos y de esta

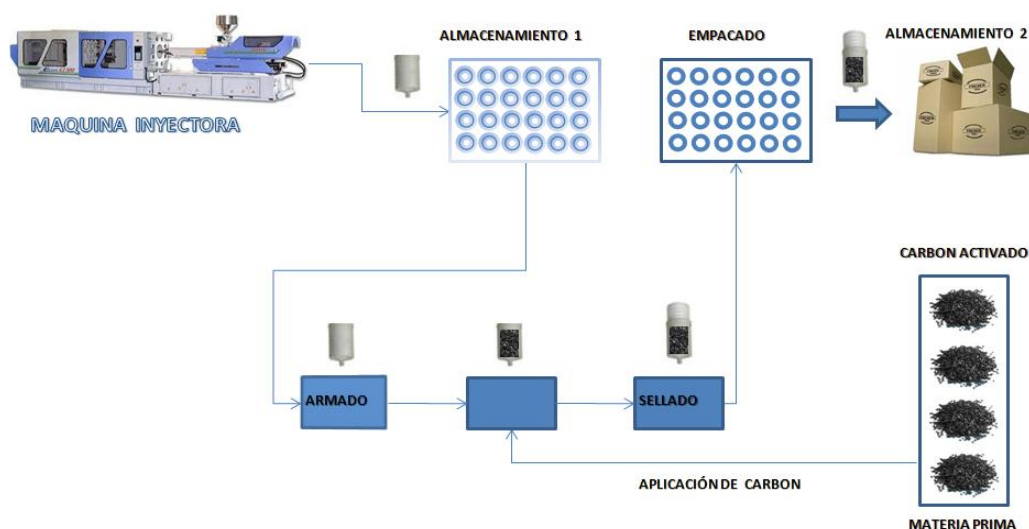
• Disponibilidad de rentabilidad	combatir la elasticidad de la demanda con respecto a los precios.	forma cambiara la intensidad de mano de obra en el producto.
----------------------------------	---	--

FUENTE: Los autores.

El proceso de ensamble inicia con la inyección de la carcasa, luego continúa con el armado del filtro donde se agrega carbón activado granular. A continuación es sellado, empackado y almacenado.

A continuación se describe en la Figura 1.4 el esquema del proceso de ensamble del filtro de agua:

Figura 1.4 Layout proceso de ensamble filtro de agua.



Fuente.Filter Ware Ltda.

Durante el proceso se identificó que el uso de carbón activado de origen nacional generó partículas de carbón activado suspendidas en 2000 filtros, afectando la satisfacción del cliente, el proceso de ventas y compras. En el año 2010 los reprocesos ocasionados por este problema sumaron un valor aproximado de \$11.000.000 (Datos suministrados por Filter Ware Ltda).

En la Figura 1.5 ubicado en la siguiente página se muestra el diagrama del proceso del filtro de agua donde se puede identificar el problema.

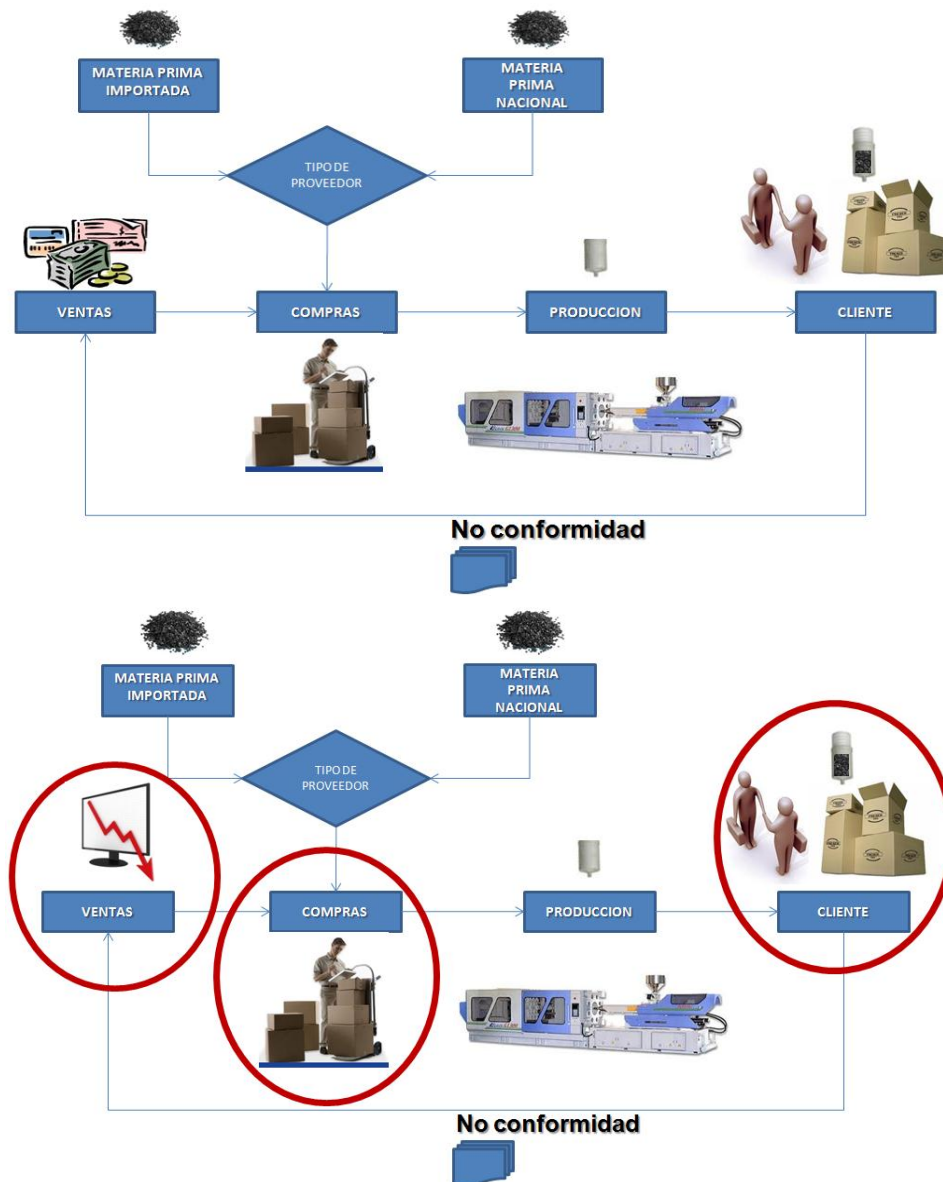
1.2.2 Identificación del problema

1.2.2.1 Diagrama de causa y efecto

Es un diagrama que ayuda a identificar las causas del problema que se va analizar. Tiene forma de espina de pescado y en este se van colocando las

causas posibles. Se visualiza de una manera rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las otras razones que inciden en el problema. En algunas ocasiones son causas independientes y en otras existe íntima relación entre ellas.

Figura 1.5. Diagrama de proceso de filtro de agua. Identificación del problema.

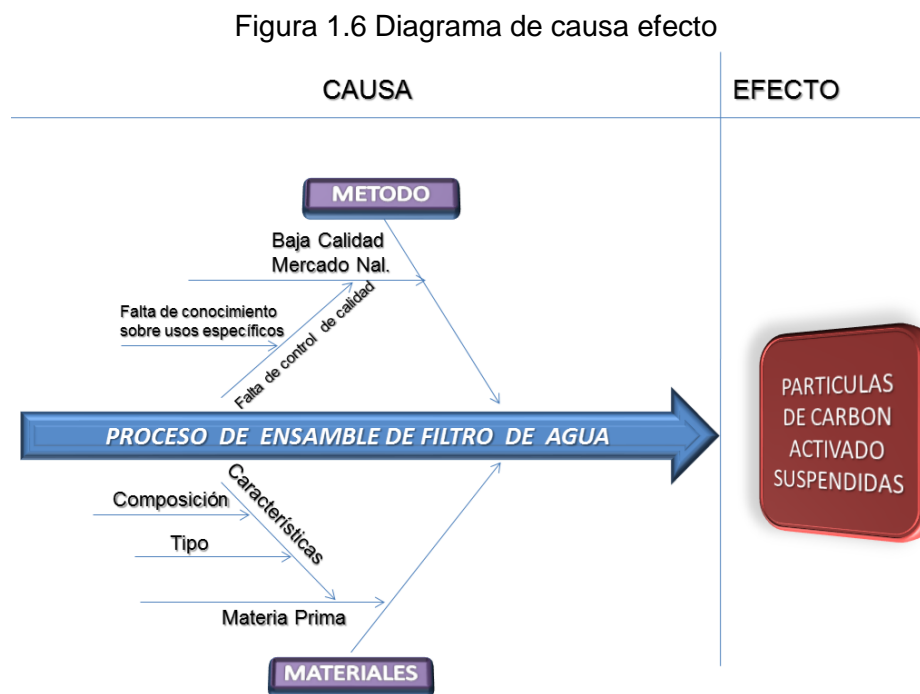


Fuente. Filter Ware Ltda.

En el proceso de ensamble de filtro de agua, como se explicó en el numeral anterior, se generó el efecto de partículas de carbón activado suspendidas en el agua filtrada. Las causas generales se evidenciaron dentro del método y los materiales.

En el método se encontró una causa de baja calidad en el carbón activado del mercado nacional. Y en los materiales la causa identificada esta en las características del carbón activado utilizado como materia prima.

En la Figura 1.6 se indica el proceso de ensamble de filtro de agua, donde se identifica las causas y el efecto de dicho proceso:



Fuente. Los autores

Se concluye inicialmente que la materia prima nacional utilizada en la fabricación de filtros para purificación de agua está afectando el proceso, ya que genera partículas de carbón activado suspendidas.

Es importante aclarar que cuando se utiliza carbón activado granular importado de Alemania de origen mineral (marca Hidraffin 30N) y se filtra con el agua, visualmente no presenta partículas suspendidas.

A continuación se realizó una verificación con algunos equipos de laboratorio en la institución universitaria ECCI (Escuela Colombiana de Carreras Industriales), para determinar otras posibles causas de forma cuantitativa además de las cualitativas que se presentaron en esta sección.

1.2.2.2 Verificación de no conformidades en la materia prima

Inicialmente se realizaron pruebas seleccionando diferentes carbones nacionales, para identificar las partículas, medir sus propiedades, analizar datos y ver las oportunidades de mejora.

Simultáneamente se hizo una prueba con la materia importada de Alemania para comparar sus propiedades con los datos obtenidos en la prueba anterior, con el fin de comprobar que la materia prima nacional no cumple con las especificaciones de calidad requeridas para el producto.

Cabe resaltar que en este momento Filter Ware Ltda. no está trabajando con materia prima nacional, mientras se logra comprobar si es rentable producir carbón activado de origen vegetal con materia prima nacional que cumpla con las características de calidad que ofrece el carbón importado, de ser así se implementará una unidad de negocio para la producción de dicho producto.

Para poder evidenciar que los carbones activados nacionales no tienen las características adecuadas de operación en los equipos de purificación fabricados por la empresa Filter Ware, se procedió a realizar algunas pruebas de laboratorio con la finalidad de comparar la conductividad, pH y turbidez del filtrado obtenido a partir del paso del agua potable a través de muestras de cuatro carbones nacionales y uno importado de Alemania, contenidas en los filtros.

En la Tabla 1.5 se describen las fichas técnicas de dichos carbones activados, que se pueden observar en los Anexos 1-13 (Disproalquímicos S.A), 1-14 (Quimi Esencias-Darco), 1-15(Químicos GAC- CARBOACTIV), 1-16 (Sulfoquímica S.A – CGC), 1-17(HYDRAFFIN 30 N)

Es importante mencionar que de cada clase carbón se tomaron tres muestras de filtrado.

Tabla 1.5 Características y especificaciones de carbones activados de prueba

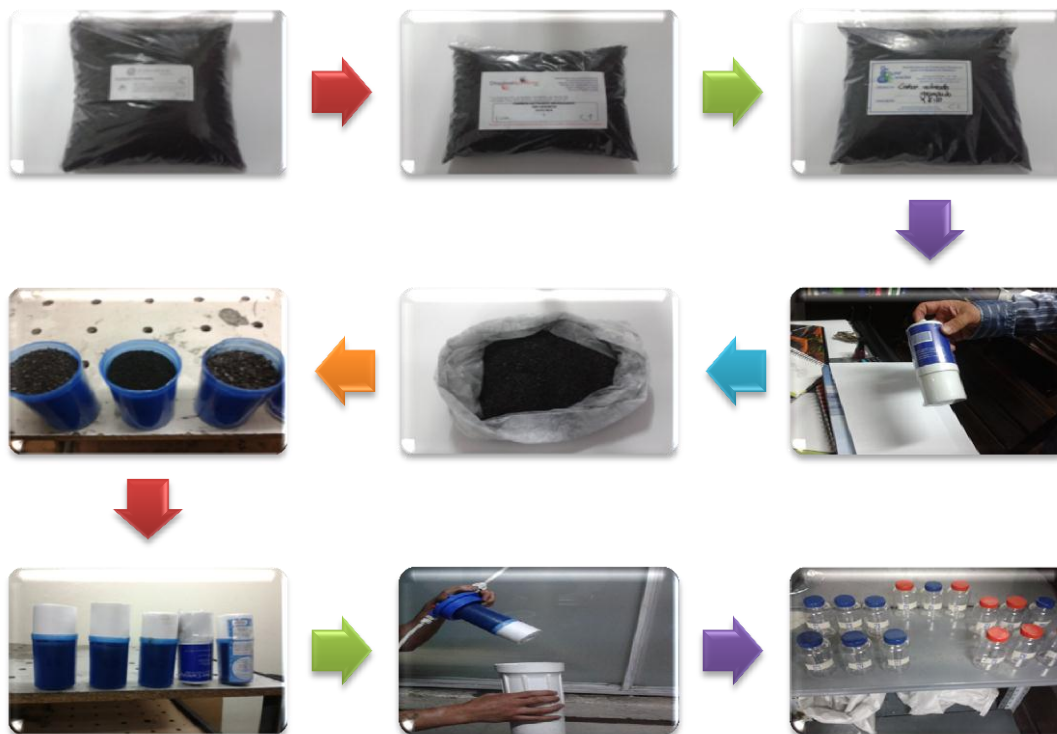
CARBON No.	CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
1	Empresa: Disproalquímicos S.A. Carbón activado granulado 500 gramos.	<ul style="list-style-type: none">- Granulometría: Malla 8X30- Densidad aparente: 0.45-0.52 g/cc- Área superficial 750 m²/g- Volumen de poro 0.35-0.36 cc/g- pH en agua 8.0-8.5- Ceniza Máx. 12 %

		<ul style="list-style-type: none"> – Resistencia a la abrasión 87 % – Contenido de humedad: Max 3.5 – Adsorción de yodo: 1000±50 mg/g
2	Empresa: Quimi Esencias. Carbón activado granulado 1 kilo. Darco 8x30	<ul style="list-style-type: none"> – Granulometría: Malla 8X30 – Humedad 12% – Finos 0.30% máx. – pH 5.7 – Densidad aparente: 0.37 g/mL – Área superficial 650 m²/g – Volumen total de poro 0.92 mL/g
3	Empresa: Químicos GAC 1 kilo. CARBOACTIV	<ul style="list-style-type: none"> – Humedad 4.0% máx. – pH Alcalino – Número de Yodo 1000 mgI₂/g CA mín. – Densidad aparente 0.43-0.48 g/cc – Número de abrasión 75% min – Cenizas 12% máx. – Resistencia a la abrasión² 80% Min – Dureza 95 Min – Granulometría 8X30,12X40
4	Cuesco de Coco Sulfoquímica S.A Carbón Activado Granular CGC	<ul style="list-style-type: none"> – Número de Yodo 800 mgI₂/g CA mín. – Humedad 8.0% máx. – Cenizas 15% máx. – Densidad aparente 0.45 g/mL Mín. – Resistencia a la abrasión² 80% Min – Dureza 95 Min. – Granulometría 4X10,6X12,8X30,12X25,12X40
5	Importado Aleman HYDRAFFIN 30 N	<ul style="list-style-type: none"> – Granulometría: Malla 8X30 (0,6 a 2,36 mm) – Densidad aparente: 470±30 kg/m³ y 430 kg/m³ aprox. después del retrolavado y drenaje. – Contenido de humedad: <5% en peso – Adsorción de yodo: 1000±50 mg/g – Área superficial Total= 950 m²/g aprox. (método BET). – Dureza: 90% en peso. – Contenido de cenizas: <15% en peso.

Fuente. Los autores

En la figura 1.7 se muestra la metodología empleada para obtener las muestras de filtrado de cada uno de los carbones probados; la secuencia va desde el desempaque del carbón, ensamble del cartucho de filtración, el paso del agua por éste mismo y finalmente la toma de muestras

Figura 1.7 Proceso de preparación de muestras



Fuente. Los autores

– Prueba 1: Concentración de sales ó conductividad

La conductividad eléctrica se mide en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$), está relacionada con la presencia de sales disueltas en el agua, es decir que a mayor concentración de la sales el agua presenta mayor conductividad eléctrica. Para la medición se utiliza un multímetro como se muestra a continuación en la figura 1.8.

Figura 1.8. Prueba de Conductividad.



Fuente. Los autores

Los resultados obtenidos para los diferentes filtrados de las muestras fueron los siguientes:

Tabla 1.6. Resultados prueba de conductividad

Carbón	Muestra	Conductividad Eléctrica, $\mu\text{S/cm}$
Nacional 1	C ₁ M ₁	50
	C ₁ M ₂	49
	C ₁ M ₃	48
Nacional 2	C ₂ M ₁	49
	C ₂ M ₂	48
	C ₂ M ₃	47
Nacional 3	C ₃ M ₁	46
	C ₃ M ₂	47
	C ₃ M ₃	46
Cuesco de coco	C ₄ M ₁	47
	C ₄ M ₂	48
	C ₄ M ₃	46
Importado Alemán	C ₅ M ₁	45
	C ₅ M ₂	44
	C ₅ M ₃	41
Agua sin filtrar	M ₁	120

Fuente. Los autores

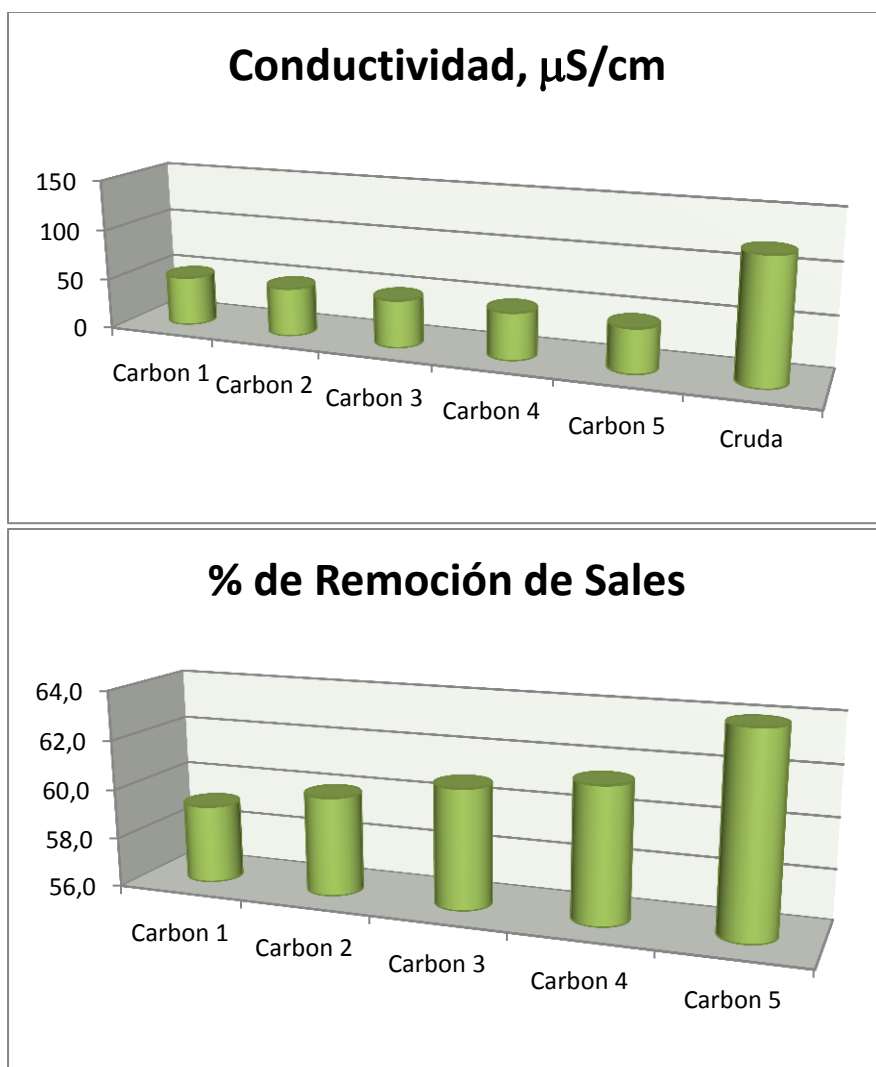
Con base en los anteriores datos se calculo la conductividad promedio y el porcentaje de remoción de sales, tomando como referencia el agua cruda y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 1.7. % Remoción de sales

Tipo	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	% Remoción
Carbón 1	49	59.2
Carbón 2	48	60.0
Carbón 3	46.3	61.4
Carbón 4	47	60.8
Carbón 5	43.3	63.9
Cruda	120	

Fuente. Los autores

Figura 1.8. Conductividad y remoción de sales



Fuente. Los autores

Teniendo en cuenta los anteriores resultados se puede observar que el carbón número 5 (Importado Alemán) es el que logra una mayor retención de sales (63.9%), ya que reduce en mayor medida la conductividad eléctrica del agua. En contraposición se ve que el carbón número 1 (59.2%), es el que menos retiene sales. En síntesis el carbón importado tiene un mejor comportamiento en comparación a los carbones nacionales.

– Prueba 2: pH

El pH o potencial de hidrogenación (concentración de hidrogeniones) cuantifica la concentración de iones hidronio o hidrogeno, lo que le da carácter ácido, neutro o básico a una solución. El agua potable debe presentar un pH casi neutro levemente básico, de acuerdo al Decreto 475 de 1998 (derogado) en su artículo 10: *“El valor para el potencial de hidrógeno, pH, para el agua potable deberán estar comprendido entre 6.5 y 9.0”*. Para esta prueba se utilizó un pHmetro a 20°C como se muestra a continuación en la figura 1.9.

Figura 1.9. Prueba de pH.



Fuente. Los autores

Los resultados obtenidos para los diferentes filtrados de las muestras fueron los siguientes:

Tabla 1.8. pH

Carbón	Prueba	pH
Nacional 1	C ₁ M ₁	7.92
	C ₁ M ₂	7.55
	C ₁ M ₃	7.59
Nacional 2	C ₂ M ₁	7.25
	C ₂ M ₂	7.19
	C ₂ M ₃	7.05
Nacional 3	C ₃ M ₁	6.92
	C ₃ M ₂	6.90
	C ₃ M ₃	6.82
Cuesco de coco	C ₄ M ₁	6.80
	C ₄ M ₂	6.75
	C ₄ M ₃	6.72
Importado Alemán	C ₅ M ₁	8.65
	C ₅ M ₂	9.09
	C ₅ M ₃	9.18
Agua sin filtrar		8.73

Fuente. Los autores

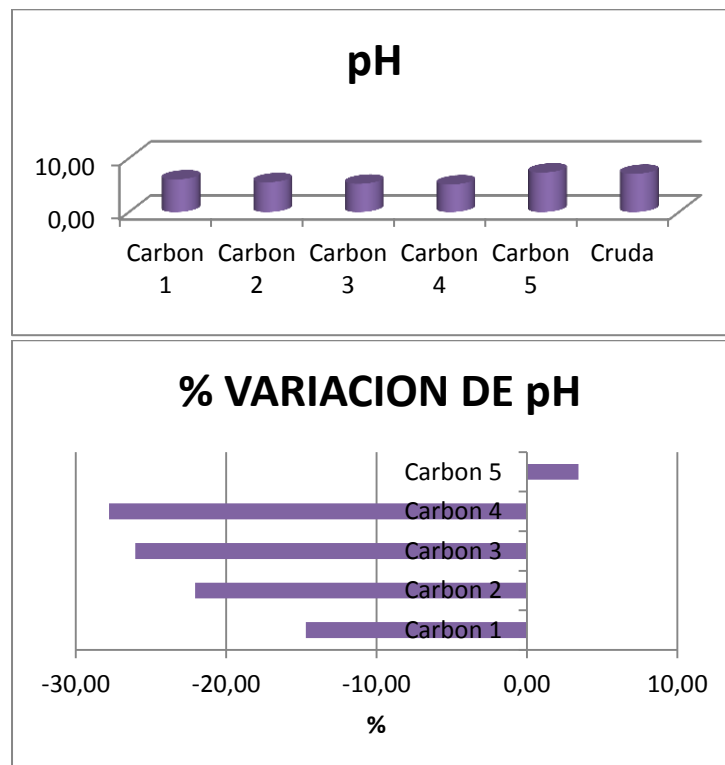
Con base en los anteriores datos se calculo el pH promedio y el porcentaje de variación con respecto al agua cruda y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 1.9. pH y su variación

TIPOS	pH	%VARIACION
Carbón 1	6.06	-14.69
Carbón 2	5.53	-22.07
Carbón 3	5.13	-27.79
Carbón 4	5.25	-26.06
Carbón 5	7.34	3.43
Cruda	7.1	0.00

Fuente. Los autores

Figura 1.10. Resultados prueba de pH.



Fuente. Los autores

Teniendo en cuenta los anteriores resultados se puede observar que el carbón número 5 (Importado Alemán) es el que genera la menor variación de pH en el

agua cruda (3.43%), mientras que el resto de carbones reduce en forma drástica el pH del agua haciéndola más acida, por ejemplo el filtrado del carbón numero 3 quedo con un pH de 5.13 para una reducción del 27.79%.

– Prueba 3:Turbidez

La turbidez es la oposición al paso de la luz a través del agua debido al material particulado suspendido en ella. Se mide con las Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU) y se utilizó el turbidímetro como se muestra a continuación en la figura:

Figura 1.11. Prueba de Turbidez.



Fuente. Los autores

Los resultados obtenidos para los diferentes filtrados de las muestras fueron los siguientes:

Tabla 1.10 Turbidez

Carbón	Prueba	Turbidez NTU
Nacional 1	C_1M_2	1.37
Nacional 2	C_2M_2	0.68
Nacional 3	C_3M_2	6.39
Cuesco de coco	C_4M_1	9.98
Importado Alemán	C_5M_2	2.77
Agua sin filtrar	M_1	0.5

Fuente. Los autores

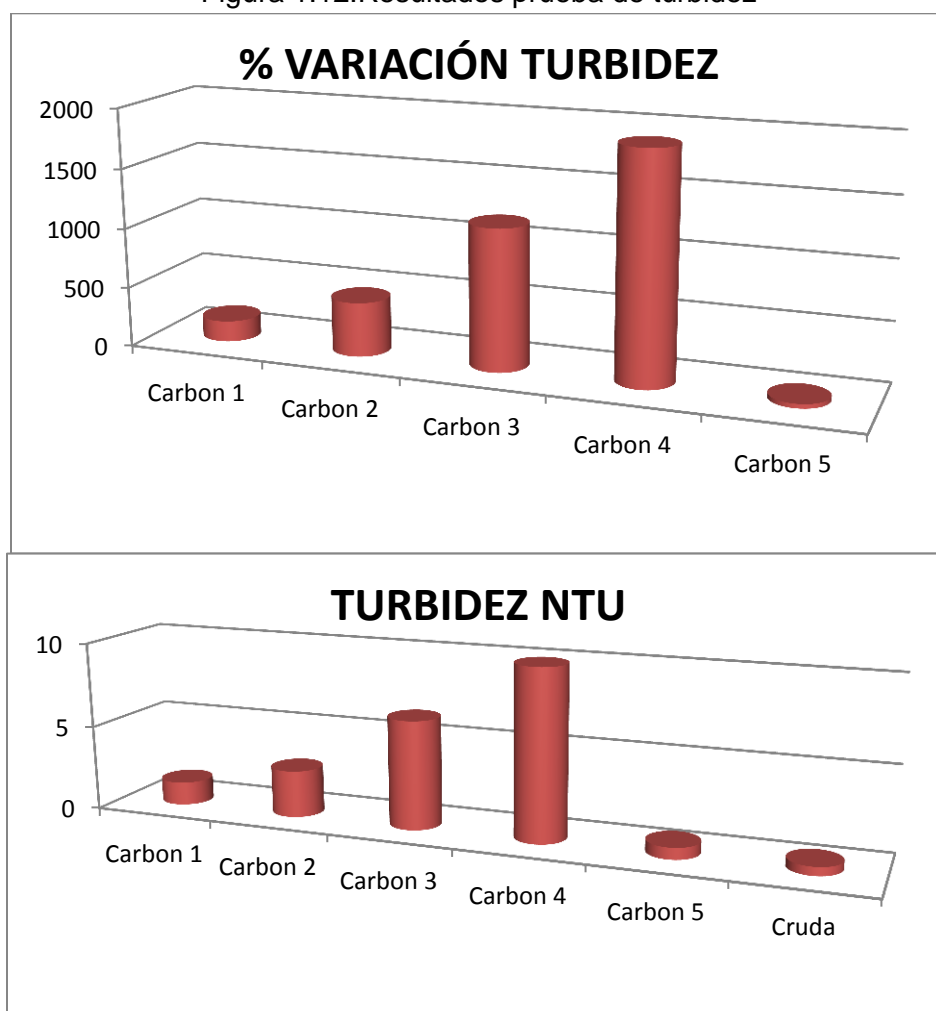
Con base en los anteriores datos se calculó la turbidez promedio y el porcentaje de variación con respecto al agua cruda y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 1.11. Turbidez y su variación

TIPOS	NTU	% VARIACION
Carbón 1	1.37	174
Carbón 2	0.68	454
Carbón 3	6.39	1896
Carbón 4	9.98	1178
Carbón 5	2.77	36
Cruda	0.5	

Fuente. Los autores

Figura 1.12. Resultados prueba de turbidez



Teniendo en cuenta los anteriores resultados se puede observar que el carbón número 5 (Importado Alemán) es el que genera menor turbidez en el agua cruda (36%), mientras que los demás carbones dan como resultado un mayor índice de turbidez, por ejemplo el filtrado del carbón numero 3 tiene una variación en la turbidez de 1896%.

Filter Ware prefiere utilizar en sus productos carbón importado alemán de origen mineral ya que se caracteriza por su alta efectividad en la remoción de sales para el agua tratada, sin variar en forma drástica las características de pH y turbidez del agua cruda, ya que todos los carbones nacionales la hacen más ácida, con alto porcentaje de turbidez y de igual forma una baja eficiencia en la remoción de sales. Se observa en las fichas técnicas que la alta área superficial del carbón alemán explica su alto porcentaje de remoción de sales; mientras que los carbones de disproalquímicos y de quimiesencias presentan menores áreas superficiales y tienen bajas retenciones, y los carbones CARBOACTIV y de Sulfoquímica presentan remociones medias acordes con el número de yodo. El carbón de Disproalquímicos S.A. reporta un pH básico cuando en realidad se observa un pH levemente ácido. La turbidez reportada en las especificaciones técnicas solo la cumplen el carbón de Disproalquímicos y el importado alemán (Hydraffin 30).

Se concluye de acuerdo a la información obtenida de la entrevista con el gerente de Filter Ware y el análisis de datos obtenido de las pruebas de laboratorio con diferentes muestras de carbón activado tanto tipo mineral y vegetal como nacional e importado, que el carbón activado nacional de tipo mineral no cumple con las especificaciones de calidad requeridas, dado que deja partículas suspendidas en el agua debido a que no tiene un tamaño de partícula adecuado para que sea empleado en el filtro que ofrece la empresa al mercado, de igual forma se evidencio que reduce en forma drástica el pH del agua haciéndola más ácida y disminuye la retención de sales.

2. ESTUDIO DE MERCADO

El presente capítulo tiene por finalidad presentar una visión global respecto del comportamiento del mercado sobre el consumo de carbón activado de origen vegetal a nivel industrial. Se contempla analizar aspectos referentes a la oferta y la demanda basados en datos recopilados de sitios web y de la empresa Filter Ware.

Por otro lado, permitirá determinar la cantidad de producción y el precio a que se debería vender el nuevo producto. Es decir se busca definir la cantidad de carbón activado que se debe producir para cumplir con los requerimientos iniciales de la empresa Filter Ware y conocer el precio máximo y estándares de calidad exigidos por el mercado para este producto.

Este estudio se ha realizado tomando como base a las importaciones del carbón activado y a las empresas nacionales que las producen, ya que se supone que por el precio y por el cumplimiento de requerimientos del carbón activado, se podría reemplazar el proveedor existente. Referente a las exportaciones, éstas se analizan con el ánimo de observar potenciales mercados externos.

2.1 EL PRODUCTO

2.1.1 Definición

Se proyecta producir carbón activado granular de origen vegetal, con el fin de sustituir importaciones, y lograr un producto nacional que cumpla con las especificaciones necesarias para la elaboración de los filtros y mantener la calidad del agua de consumo humano.

Según sus características y su uso se clasifica como *producto duradero*, lo que hace referencia a que no es perecedero; siendo además un *producto intermedio* ya que es utilizado como insumo en diferentes procesos industriales para obtener condiciones de pureza, color, olor, etc (Castañeda Espinosa & Corredor Tiria, 2004).

El término carbón activado presenta en la literatura diferentes definiciones tales como: Material poroso de carbón (Rodríguez-Reinoso, 1989), que suele prepararse por carbonización y activación de materiales de muy diverso origen, tales como carbones minerales, maderas, etc., y que se caracteriza por sus propiedades adsorbentes y catalíticas (Cookson, 1980); o simplemente cualquier forma de carbón que posea propiedades absorbente (Palacios & Riveros de

Martín, 1981). Pero en un sentido más amplio el Carbón Activado designa un amplio espectro de materiales basados en carbono amorfo preparados para exhibir un alto grado de porosidad y una gran área superficial (Espinel Sanchez, 1992) que se diferencian fundamentalmente en su estructura interna (distinción de poros y superficie específica) y en su granulometría, o simplemente es un material de carbón con un área superficial específica apreciable (Rouquerol, Rouquerol, & Sing, 1999), la cual es una propiedad importante en las aplicaciones industriales debido a una gran cantidad de compuestos, muy diversos, que se pueden adsorber, tanto en fase gaseosa como en solución, por lo que el carbón activado es ampliamente utilizado como absorbente de gases, vapores y solutos en disolución.

El carbón activado obtenido se puede presentar en polvo (fino cuyos diámetros de partículas son menores de 0.18 mm), granular o pellets, aunque existen otras formas como extruidos, impregnadas, fibras, telas y filtros para aplicaciones especiales. Para cada una de las principales aplicaciones se indica el tipo de presentación requerida si granular o polvo, entonces en el tratamiento del agua tanto potable como desmineralizada buscando la eliminación de colores, olores y sabores extraños la forma granular es la más adecuada para situaciones como éstas donde se presentan grandes variaciones en flujos, impurezas y composición global (Espinel Sanchez, 1992). Las distintas ventajas y desventajas como las aplicaciones de las principales presentaciones se presentan en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Presentaciones del Carbón Activado

FORMA	APLICACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Granular	Procesos en lecho fijo o en movimiento. Para líquidos.	Para variaciones grandes de flujos, impurezas y composición global.	No se puede trabajar a altas velocidades.
Polvo	Procesos por lotes.	Trabaja altas velocidades. No requiere dureza.	No es aplicable a gases. Genera una alta caída de presión.
Pellets	Para vapores o gases específicos	Alta resistencia a la erosión y quiebre	Altos costos de fabricación.

Fuente. Los autores

El carbón activado es un material carbonáceo obtenido de la carbonización de cualquier material con alto contenido de carbono, como materiales lignocelulósicos tales como madera, huesco, frutos de madera, cáscara de coco, bagazos, ripios, huesos, lignitas, carbón bituminoso, antracitas, turba, petróleo, coque, desechos sólidos, etc. que en su estructura presentan una alta porosidad y en consecuencia una alta área superficial específica (por unidad de masa). El origen del carbón

activado puede ser entonces vegetal, animal o mineral; y la decisión de que el carbón sea de origen vegetal además de la restricción de la propia empresa, se entiende en la necesidad de ser sostenibles en el mundo que exige generar con productos de materiales de fuentes renovables, y tener un carbón que sea lo más inocuo posible ante el agua; por eso mismo la empresa prefiere un carbón de origen vegetal ante uno mineral, ya que es libre de azufre y de hierro.

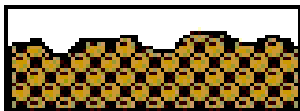

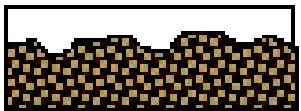

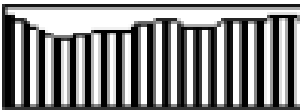

La capacidad de un carbón activado para un uso específico está definida por las especificaciones generales que indican las características físicoquímicas, las cuales son numerosas y se presentaran con más detalle y cuidado en el Capítulo 3 referente al QFD, y se determinará finalmente la eficiencia del empleo del producto visto como su poder absorbente y de retención principalmente (Espinel Sanchez, 1992).



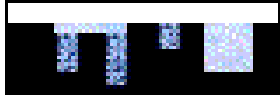


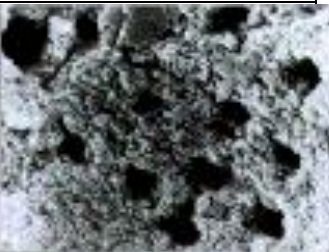
2.1.2 Propiedades

Las características físicas de un carbón activado no sólo comprenden su área superficial y distribución de tamaño de poro, sino que incluyen otras de gran importancia como son: tamaño, forma, densidad, dureza y morfología. Por supuesto, muchas de estas características dependen de la materia prima que se escoge para la producción del carbón activado, pues es imposible modificar totalmente el material.

En la tabla 2.2 se puede ver como la materia prima afecta las propiedades de los carbones activados y así mismo como las propiedades dependen del proceso de obtención.

Tabla 2.2. Materias primas carbón activado.

COMPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA CARBÓN ACTIVADO			
PROPIEDADES	MATERIALES		
	MADERA	CARBÓN	PALMA
DENSIDAD	 Baja	 Baja	 Alta
DUREZA	 Suave	 Media	 Muy Duro

<i>POROSIDAD</i>	 Macroporos y Mesoporos	 Macroporos y Mesoporos	 Principalmente Microporos 1-2 nm
<i>MORFOLOGIA</i>	 Ampliada 10,000 veces	 Ampliada 10,000 veces	 Ampliada 10,000 veces

Fuente. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (MEDELLÍN). Aspectos básicos y tecnológicos de los carbones activado, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1992.

2.1.2.1 Físico-Químicas.

Las principales propiedades características del carbón activado se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 2.2. Composición Elemental

Componente	%
Carbono	75 – 80
Oxígeno	60
Hidrógeno	0.5

Fuente: <http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>
(Manual del carbón activo)

Tabla 2.3. Propiedades del carbón activado

Propiedad	Valor-Unidad
Grados	Técnico y Farmacéutico (USP)
pH	5-8
Humedad	2-12%
Contenido de Cenizas	5-10%
Superficie Específica	600-1800 m ² /g
Densidad aparente	350 a 650 kg/m ³
Granulometría	Desde 2 mm a polvo (85-90% por malla 325)

Fuente: (Espinel Sanchez, 1992)

Las características físico-químicas más susceptibles de análisis en un carbón activado son los contenidos de humedad, cenizas, materia volátil, el número de yodo, los grupos funcionales de la superficie, la estructura, la densidad y el área superficial. Las tres primeras hacen parte del llamado análisis próximo.

- Humedad. Cuando se comparan diferentes carbones, todos los pesos se deben corregir en base libre de humedad. La humedad se determina secando una parte de la muestra en un horno a 110° C por 2 horas.
- Cenizas. Se definen como el material residual que permanece después de una combustión completa. El contenido de cenizas expresa el porcentaje en peso de este material contenido en el carbón activado y se determina calentando una muestra en base seca hasta 650° C por tres horas. Se mide la diferencia de peso.
- Materia volátil. Se define como los productos de un combustible orgánico que se eliminan cuando este se calienta a una temperatura de 900° C. Se puede determinar por medio de un análisis termogravimétrico (TGA).
- Número de yodo. El carbón activado tiene la capacidad de adsorber yodo en solución acuosa durante un tiempo de contacto bajo condiciones específicas. Después que el carbón activado se pone en contacto con la solución de yodo en las condiciones de la norma NTC 4467, se filtra y una alícuota de la solución remanente se valora con tiosulfato de sodio. La normalidad del filtrado residual se emplea para calcular los miligramos de yodo adsorbido.
- Grupos funcionales. El proceso de activación del carbón hace que la materia prima sufra transformaciones serias en su constitución química y presente cambios químicos que conducen a arreglos moleculares y al desprendimiento de gases. El arreglo, la disposición y extensión de las placas aromáticas que se forman en el proceso de carbonización y activación incide directamente en la cantidad y calidad de las funciones químicas presentes en el producto. En los bordes de la estructura carbonácea se encuentran átomos de carbono descompensados electrónicamente en donde se lleva a cabo el proceso de quimiadsorción. En el caso de los carbones activados, su estructura altamente desorganizada genera una mayor área de borde, los planos basales pueden contener defectos, dislocaciones y discontinuidades, que en conjunto con su gran área superficial activa, facilitan la adsorción de heteroátomos como oxígeno, hidrógeno y algunos componentes inorgánicos presentes en el material de partida. Ésta quimiadsorción de heteroátomos da origen a los grupos funcionales de superficie.
- Estructura. El material carbonáceo puede clasificarse en dos grupos principales: en carbones no grafitizables (isotrópicos) y los grafitizables (anisotrópicos). El

carbón no grafitizable usualmente es de alta área superficial y el carbón grafitizable es de baja área superficial.

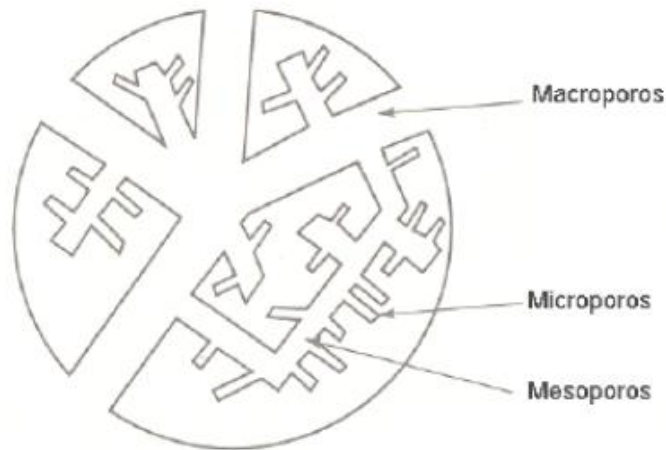
- Área superficial. El área superficial es la mayor característica de los sólidos porosos y en especial de los carbonos activados. El área superficial de un carbón activado no se modifica apreciablemente con cambios en la presión o en la temperatura y es única para cada tipo de carbón. La capacidad de absorción y la velocidad de adsorción son dependientes del área superficial interna, la distribución de los poros, su tamaño y forma, pero también es influenciada por las características químicas de la superficie del carbón activado. Debido a que durante la activación del carbón, grupos funcionales formado por interacción de radicales libres en la superficie del carbón activado como átomos tales como oxígeno e hidrógeno. Los grupos funcionales dan a la superficie del carbón una actividad química que mejora las propiedades de la adsorción.
- Densidad. Se pueden establecer tres tipos: a granel, aparente y verdadera. La densidad aparente de un carbón es el peso por unidad de volumen del mismo, lo que incluye los poros y los espacios entre las partículas. Se determina por la medición del peso de un volumen de muestra en un recipiente graduado hasta que el encogimiento cesa.
- Granulometría. Se refiere al tamaño de grano o partícula, representado en un diámetro promedio. Tiene bastante interés en los carbonos activados granulares.

2.1.2.2 Porosidad

La porosidad es función directa del modo de empalme de las unidades estructurales del carbón. Los carbonos porosos están constituidos por secciones imperfectas de pequeñas lamelas gráficas, arrugadas y con muchos defectos estructurales que forman una cadena tridimensional; los espacios entre ellas constituyen la porosidad del carbón

La porosidad se clasifica en tres grupos: *microporos* (menor a 2 nm); *mesoporos* (entre 2 y 50 nm) y *macroporos* (ancho mayor a 50 nm). Los microporos son los mayores contribuyentes a un área superficial elevada y proveen al carbón con grandes capacidades adsorbentes para moléculas pequeñas tales como gases y algunos solventes (Castañeda Espinosa & Corredor Tiria, 2004). En la figura 2.1 se presenta un modelo esquemático de la estructura de un grano de carbón activado.

Figura 2.1. Representación esquemática de un gránulo de carbón activado



Fuente. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (MEDELLÍN). Aspectos básicos y tecnológicos de los carbones activado, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1992.

Los mesoporos son importantes para la adsorción de moléculas grandes y, junto con los macroporos, sirven de transporte hacia el interior de la partícula y de los microporos.

2.1.2.3 Forma y Tamaño

Los carbones activados pueden presentar diversas formas: Pellets simétricos, gránulos de formas irregulares, polvos y formas especiales como lanas, lechadas (para cubrir papel), telas, metales u otros medios de soporte. Los carbones granulares se encuentran en muchos tamaños, los gránulos pequeños proveen una más rápida velocidad de adsorción, mientras que los grandes se usan para asegurar una baja resistencia al flujo, como en el tratamiento de líquidos viscosos. Finalmente, los carbones en polvo para procesos de contacto por cochadas, se pulverizan tanto como se pueda para garantizar un gran número de partículas esparcidas dentro del líquido a tratar.

2.1.2.4 Dureza

Los carbones granulares deben ser lo suficientemente fuertes para resistir los efectos de manejo. La resistencia a la abrasión es medida solamente por comparación del carbón antes y después de ser sujeto de la misma.

2.1.2.5 Morfología

Depende de la materia prima de la que se parta y de la agresividad de las condiciones de activación del carbón. El cambio en la superficie del material es notable, así como debe ser el incremento de la porosidad y del área superficial.

2.1.3 Usos

Los consumidores de carbón activado confirman la alta eficiencia de dicho producto en procesos de decolorización y desodorización. De allí radica su importancia ya que es un producto bastante útil para muchas industrias y con un amplio mercado a nivel mundial. El carbón activado es usado en muchos procesos industriales en el área de purificación, pero no es la única rama donde es utilizado. El carbón activado ha demostrado ser práctico y económico a la hora de ser trabajado dentro de un proceso. Los mayores beneficios que conlleva el tratamiento con carbón activado son:

- Alta remoción de material orgánico
- Aplicabilidad a gran variedad de materiales orgánicos
- Capacidad de remover inorgánicos
- Posible recuperación de material orgánico e inorgánico
- Alta flexibilidad

Como el carbón granular tiende a preferiblemente a utilizarse con un fluido líquido, en la tabla 2.4 se puede visualizar algunos de los usos del carbón activado en fase líquida.

Tabla 2.4. Usos del carbón activado en fase líquida

FASE LIQUIDA	
INDUSTRIAS	USOS
Tratamiento de aguas potables	Eliminación de contaminantes orgánicos disueltos y control de problemas de olor.
Bebidas embotelladas	Eliminación del cloro y adsorción de contaminantes orgánicos disueltos.
Elaboración de la cerveza	Remoción de los trihalometanos.
Recuperación del oro	Recuperación del oro disuelto en cianuro de sodio.
Petroquímico	Remoción de la contaminación del aceite y del hidrocarburo.
Agua subterránea	Reducción de los trihalometanos y de los halógenos orgánicos absorbibles.
Desechos de agua industrial	Reducción de los trihalometanos y de la demanda biológica de oxígeno.

Piscinas	El retiro del ozono residual y en el control de los niveles de cloro
----------	--

Fuente: Adaptado de CPL Industries

A continuación se presentan la gama de usos y aplicaciones que tiene este producto.

2.1.3.1 Tratamiento de Aguas

- Agua potable.

El 20% del carbón activado producido mundialmente es usado para el tratamiento de aguas. Existen básicamente dos tipos de aplicaciones para el carbón activado en fase líquida: Remoción de olor, sabor, color de una solución y la recuperación de un soluto de una solución.

En principio el carbón activado se usa para eliminar olores y colores al torrente de agua, pero en la actualidad sirve como filtro y como adsorbente de materiales como pesticidas y aromáticos no volátiles. Muchos procesos se han desarrollado para tratar el agua tales como ozonización, UV, aireación, tratamiento de membranas, pero en todos los casos es necesario el uso de carbón activado como complemento (Díaz, 2001).

Otros usos más particulares del carbón activado en el tratamiento de aguas esta en: filtros de agua limpieza de acuarios, tratamiento del agua de las piscinas, etc. El carbón activado, particularmente en polvo, ha sido usado por muchos años para adsorber compuestos causantes de olores y sabores encontrados en el agua de consumo humano.

El más común y más antiguo proceso para controlar olores y sabores incluye la mezcla del carbón con el agua y después del tiempo de contacto adecuado, retirarlo por sedimentación, floculación o filtración. Puesto que se requiere un alto grado dispersión y suspensión de las partículas de carbón y suficiente tiempo de contacto, se prefiere tamaño de partícula pequeña.

El carbón activado granular se usa para remover contaminantes del agua pero en menor proporción. El carbón es introducido en columnas a través de los cuales el agua fluye continuamente. La mayoría de esos sistemas se usan sin prefiltración y el carbón activado granular sirve como filtro y como adsorbente. Se debe disponer de retrolavados para la remoción de los sólidos filtrados. Normalmente

se requieren bajas relaciones de carbón- agua y el periodo de la vida es mayor a una año por lo cual no se justifica tener instalaciones para regenerarlo.

Cuando se usa para cartuchos en instalaciones comerciales, industriales o domesticas en pequeña escala a menudo se impregna con inhibidores químicos del crecimiento de bacterias.

– Tratamiento de Aguas Residuales

Básicamente existen tres tipos principales de sistemas de adsorción con carbón para el tratamiento de aguas residuales: Tratamiento terciario con carbón activado granular en lechos fijos o móviles en secuencia con el primario y secundario(biológico); tratamiento con carbón activado y físico-químico independiente con varios pre tratamientos(pero sin el biológico); y tratamiento combinado carbón activado- biológico en el cual el carbón en polvo es agregado a los tanques de aireación biológicos, donde el carbón en polvo es regenerado térmicamente o por oxidación húmeda.

2.1.3.2 Purificación de Aire

Se adapta en un sistema de aire acondicionado con el fin de eliminar contaminantes y olores del aire. Este mecanismo se utiliza generalmente en: edificios, bares, laboratorios, industrias, etc. El carbón activado se utiliza en la eliminación de olores y otros contaminantes del aire, en un sistema de aire acondicionado. Este se acomoda en un lecho, sobre el cual pasa la corriente de aire contaminado. Esta práctica es muy corriente en el aire recirculado y en algunos casos se usa como un pretratamiento al aire antes de su utilización. Estos sistemas se usan habitualmente en edificios, bares, restaurantes, laboratorios e industrias. En los submarinos el carbón activado sirve para remover los malos olores que se acumulan de tanto recircular el aire. Se utiliza en forma granular, de fibra o tela, para reducir la concentración de gases contaminantes, el H_2S en el gas natural, remoción de dióxido de azufre, de óxido nitroso, recuperación de vapor de gasolina, recuperación de cloroformo, almacenamiento de gas natural, entre otros.

2.1.3.3 Decoloración de Azúcar

La aplicación que se da para este proceso con la utilización del carbón activado es la de quitar los malos olores y los sabores del líquido extraído de la caña de azúcar.

2.1.3.4 Recuperación de Solventes

Los solventes más recuperados por parte del carbón activado son: tolueno, xileno, cloruro de metileno, benceno, etanol, éter de etilo, acetonas y aromáticos.

2.1.3.5 Minería

Se utiliza como un catalizador en la desintoxicación de cianuro condensado en el agua residual.

2.1.3.6 Farmacéuticos

Se utiliza el carbón activado para este uso en fase líquida con un consumo del 35% de la producción total.

2.1.3.7 Control de Emisiones de Gasolina

Busca atrapar la captura de vapores de gasolina que salen de los exostos de los autos.

2.1.3.8 Uso en los Catalizadores

Se utiliza como soporte para el catalizador por su resistencia, estabilidad y alta porosidad.

2.1.3.9 Otras Futuras Aplicaciones

En la necesidad del mundo por plantear tecnologías más limpias en los procesos, se estima que la demanda futura del carbón activado sea muy grande. Se espera un adelanto en las áreas de polución del agua, almacenamiento de gas, separación de gas, extracción de oro, contaminación del aire y en la misma regeneración del carbón.

2.1.4 Productos Sustitutos y/o Complementarios

Actualmente el carbón activado que más se expende en el mercado es de origen mineral y en menor proporción existen empresas que fabrican el de origen vegetal, por lo tanto competirá directamente con éstos.

2.1.5 Subproductos o productos conexos

2.1.5.1 Carbón Activado en Polvo (CAP)

Material que se obtiene de la separación del carbón, difiere del CAG según el tamaño y el diámetro de la partícula. Es particularmente útil para el tratamiento de deficiencias de sabor y de color. El CAP funciona rápida y eficazmente pero está limitado a depuraciones de menor escala que la CAG y se vuelve muy costoso si es necesario usarlo de manera continua. Al terminar el proceso es necesario eliminar el carbón en polvo, usualmente mediante filtración.

2.1.5.2 Cenizas

Residuo obtenido del proceso de carbonización, son utilizadas como materia prima en la fabricación de abonos y detergentes (legía de ceniza).

2.2 MATERIAS PRIMAS


La disponibilidad y las propiedades de la materia prima determinan la producción y las características respectivamente del carbón activado.

2.2.1 Tipos de Precursores

Entre los materiales más comunes para la producción de carbón activado de origen vegetal se utilizan algunos subproductos agrícolas como la cáscara y huesos (o pepas) de diversos frutos como almendra, coco, el hueso de aceituna (oliva) o melocotón y el cuesco de palma africana; además del uso de materiales leñosos lignocelulósicos como diferentes tipos de maderas, aserrines, virutas, etc. Estos materiales son de gran interés debido a su bajo costo, alta pureza, alto contenido de materia volátil, alta densidad y gran versatilidad para la producción de carbón activado. Otra materias primas de origen vegetal que son usadas son el bagazo de caña, semillas (frijol, arroz, etc.), desechos de maíz, algas marinas, huesos de frutos, cascarilla de arroz.

En la tabla 2.5 se muestran algunos de los precursores que puede sirven para la producción de carbón activado de origen vegetal.

Tabla 2.5. Precursores vegetales

<i>Ripio de Café</i>	<i>Cascara de coco</i>
	
<i>Hueso de aceituna</i>	<i>Semilla de Melocotón</i>
	
<i>Cuesco de palma Africana</i>	<i>Maderas</i>
	
<i>Aserrines</i>	<i>Virutas</i>
	

<i>Bagazo de caña</i>	<i>Semillas (frijol, arroz, etc.)</i>
	
<i>Desechos de maíz</i>	<i>Cascarilla de arroz</i>
	

FUENTE: Los autores.

2.2.2 Selección de Materia Prima

Con base en datos de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE se observaron varios materiales, muchos de ellos desechos, que pueden ser potenciales precursores para la producción de carbón activado.

Los materiales consumidos, en kilogramos, durante un periodo desde el 2006 hasta el 2010 están presentados en la Tabla 2.6, lo cual puede indicar el nivel de disponibilidad de los posibles precursores.

Tabla 2.6. Materiales Consumidos.

Material, kg	2006	2007	2008	2009	2010
Salvado	89841168	107976411	124939010	120436848	142134804
Granza	1374118	279635	152583	897349	566729
Afrecho - cascarilla de arroz	3399859	6398476	5500464	6443470	7411322
Afrecho de cereales y/o leguminosas n	47429294	47137233	51868549	59992354	59631530
Granza de cereales y/o leguminosas n.	297250	31281	8549	110867	105398
Afrecho de maíz	14412519	16560159	17978664	15740988	18308990
Cebada de tercera	19113	76254	140405	662303	395883

Subproductos agrícolas de cereales	10521085	14622886	16134896	27436989	35074418
Afrecho de soya, soya integral	n.d.	n.d.	30377	30498	1589
Harina de frutas	n.d.	11548	22892	28205	8307
Bagazo de caña	19267	n.d.	553	473	4687
Desechos de la destilación de azúcares y alcoholes, vinaza	n.d.	n.d.	18137724	21345164	14904112
Caña - molida - polvillo de caña	42924	319789	51292	31368	26004
Cascarilla de cacao	74119	3570	4407	879197	1728581
Cascarilla y cisco de Café	2020	1656	915	906	9681
Ripio de café	58137	63035	1308048		134427
Aserrín y virutas de madera	4450132	3159932	2137676	1467596	2184482
Fruto de palma Africana	243381783 2	227292900 0	267781560 7	302865096 8	291955233 8
Semilla de palma africana – palmiste	31590133	59350496	67088019	37925962	34247986
Coco	4143518	2170580	5472358	7737929	3881045

n.d.: no disponible

Fuente: DANE

Se pueden ver cantidades interesantes de fuentes como salvado, afrechos de cereales, leguminosas, etc., pero cuyo tamaño de partícula no es el adecuado para la presentación granular que se busca. Posibles e interesante precursores pero en bajas cantidades son el bagazo de caña de azúcar, la cascarilla de arroz y el ripio de café. Se observan materiales más apropiados como el aserrín, fruto de palma y el coco, los cuales serán evaluados más adelante.

Lo más relevante que determina la calidad del carbón activado desde la materia prima es una porosidad y dureza adecuada, donde la porosidad del material se relaciona muy bien con la dureza del carbonizado, ya que porosidades por encima del 35% lleva a durezas entre 3 a 8 veces más bajas.

Pero en general la materia prima debe cumplir con otras propiedades que deben ser tenidas en cuenta a la hora de seleccionar la materia prima para la producción de carbón activado (Gómez, Klose, & Rincón, 2010):

- Dureza.
- Estructura inherente a poros.
- Alto contenido de carbono.
- Bajo contenido de materia inorgánica y mineral.
- Alto rendimiento en masa durante el proceso de carbonización.

- Índices bajos de degradación durante el almacenamiento.
- Facilidad de activación.
- Baja degradación durante el almacenamiento.
- Abundancia, disponibilidad, bajo costo en adquisición de materia prima y proceso para la obtención de carbón activado.

Teniendo presente los anteriores criterios de selección de la materia prima en todas las opciones de materiales lignocelulósicos de origen vegetal mostrados en la tabla 2.5, se reduce el espectro de posibilidades a tres opciones: la madera, la cáscara de coco y el cuesco de palma africana, debido principalmente a las propiedades como la dureza.

Tabla 2.7. Cuadro comparativos de residuos vegetales

MATERIA PRIMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Madera	<ul style="list-style-type: none"> - En la obtención de CA con esta materia prima su porcentaje de cenizas bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto negativo al medio ambiente. - Dureza mediana. - Microporos bajos.
Cáscara de Coco	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo - Se aprovecha este subproducto para la fabricación de CA. - Alta dureza. - Microporos de grosor menor a 1nm - Porcentaje de cenizas bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Localización de la materia prima. - Disponibilidad de la cáscara de coco. - Dificultad en el acopio de la materia prima.
Cuesco de Palma Africana	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo - Disponibilidad por el incremento en los últimos años del cultivo y producción de la palma africana - Microporos entre 1-2 nm. - Se aprovecha este subproducto obtenido en la extracción de aceite para la fabricación de CA. - Porcentaje de cenizas bajo. - En su estructura presenta un alto contenido de materia volátil que le permite un desarrollo de porosidad en su estructura. - Permite un buen rendimiento sobre el rendimiento del proceso. - Posee alta dureza, que permite la obtención de carbones activados granulares, ampliando así el numero de procesos industriales en donde se puede utilizar como material adsorbente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transporte de la materia prima.

Fuente: intellectum.unisabana.edu.co

Esta última característica no sólo es atractiva sino necesaria para implementar este proceso en la empresa Filter Ware Ltda., ya que la abundancia de la materia prima es un requisito fundamental para poder producir el carbón activado, condición que cumple excelentemente el cuesco de palma africana, además de

que este residuo agrícola se genera en forma concentrada en las plantas extractoras de aceite de palma africana, por lo que la materia prima seleccionada como precursor en este estudio para obtención de carbón activado granular es el cuesco de palma africana, CPA, que además presenta las siguientes ventajas.

- Se obtiene de manera concentrada, disminuyendo los costos de recolección y distribución hasta los sitios de procesamiento. Uno de los lugares de producción de palma, como los Llanos Orientales es más cercano al centro del país, que los de grandes producciones de coco como el litoral pacífico, lo que reduce los costos de transporte; este residuo agrícola se genera en las plantas extractoras de aceite de manera concentrada.
- Se cuenta con un abundante cuesco de palma debido al desarrollo de la industria del biodiesel, como se ve en la Tabla 2.6 los mayores volúmenes son de palma africana y de estos valores entre el 5 y el 6% son de la cáscara o cuesco, los que por lo que se ha consultado con un posible proveedor no tienen mayores usos en el mercado, tal vez un 20% que se usa como combustible (Ver Anexo 2-1).
- Ya que otros tipos de biomasa residual están de forma dispersa lo que implican elevación de costos de recolección y transporte hasta los sitios de procesamiento.
- Sus propiedades físicas y químicas, específicamente la dureza y textura (similares a las cáscaras de coco), además con bajo contenido de cenizas, lo hace un precursor apropiado para la preparación y producción el carbón activado; es principalmente su dureza la que lo hace un precursor óptimo para la obtención de un producto granular (Castañeda Espinosa & Corredor Tiria, 2004). Algunos autores (KC Chan, 1976) consideran al cuesco de palma como el principal precursor de carbones preparados que presentan una densidad suficientemente alta y una porosidad elemental.
- Su promedio de humedad está entre 5% al 20% en las condiciones del país.
- Ya se tiene proveedor de esta materia prima (Ver anexo 2-1 cuestionario proveedor) y puede suministrar más de la cantidad requerida para el proceso.
- Debido a que presenta alto contenido de material volátil permite un alto grado de porosidad en su estructura.

2.2.3 Cuesco de Palma Africana

De acuerdo a la materia prima seleccionada para este proyecto el CPA (Cuesco de Palma Africana), es un material con un contenido de carbono fijo relativamente alto y con bajo contenido de cenizas. Este material proviene del fruto de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), palma que fue introducida en el país en 1932 y que es originaría del Golfo de Guinea, más exactamente en África Occidental. El cultivo tarda entre 2 y 3 años en dar fruto, y lo hacer por mas de 25 años; además es la semilla oleaginosa que produce mayor cantidad de aceite por hectárea.

2.2.3.1 Palma Africana

La palma de aceite es un cultivo tropical, tanto en su origen como en su expansión y desarrollo a lo largo de siglos, su mejor adaptación se encuentra en la franja ecuatorial, entre 15 grados de latitud norte y sur, donde las condiciones ambientales son más estables. Debido al reciente “boom” que en el mundo han tenido los biocombustibles, se han expandido los cultivos de palma en el mundo tal que en el año 2011 la producción mundial de aceite de palma alcanzó una cifra de 50.52 millones de toneladas con un crecimiento anual del 10.2%, donde los principales productores en orden son Indonesia, Malasia, Tailandia, Colombia, Nigeria y Ecuador (FEDEPALMA, 2012), que son países en zona tórrida,

Las características de las zonas en las cuales la palma alcanza niveles altos de producción siempre coinciden con altas temperaturas ambientales, adecuado suministro de agua, suficiente luz y radiación solar. Es deseable que tales condiciones sean estables a lo largo del año y de todo el proceso productivo.

La posición geográfica de Colombia se considera privilegiada para la producción de esta oleaginosa; en la Figura 2.2 se observa un mapa con los principales departamentos productores, donde el principal proveedor del cuesco para el presente proyecto se encuentra en el Meta. Las hectáreas de palma se deben clasificar como sembradas, en producción o en desarrollo como se muestra más adelante en la tabla 2.8. Actualmente el país cuenta con 360.537 ha cultivadas con palma de aceite, de las cuales 235.914 ha se encuentran en producción y 124.623 en desarrollo, y la meta del gobierno es incrementar el área cultivada con palma y caña (786.588 ha) a más de 3 millones de hectáreas en los próximos 10 años, dentro del programa de biocombustibles (PROEXPORT, 2011).

Figura 2.2. Principales departamentos productores.



Fuente: www.infoagro.com

De acuerdo a cifras de FEDEPALMA las hectáreas de cultivo han tenido un desarrollo durante los últimos años de manera creciente como se muestra en la tabla 2.8.

Tabla 2.8. Área Cultivada en Colombia.

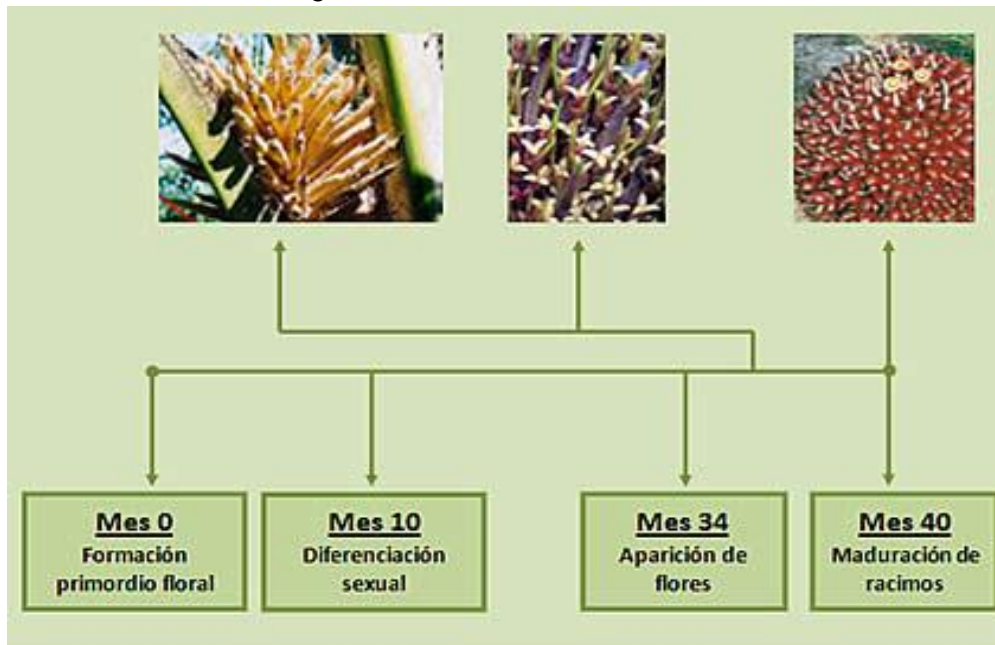
Cultivos de palma, hectáreas, ha	AÑO				
	2007	2008	2009	2010	2011
Sembrada (total)	306961	337038	360620	404104	427368
En producción (madura)	199705	221266	235914	250663	266922
En desarrollo (inmadura)	107256	115772	124705	153441	160446

Fuente: Fedepalma

2.3.3.2 Fruto de Palma

El fruto del cuesco de palma es de forma ovoide, su tamaño oscila entre 3 a 6 cm de diámetro mayor y tiene una masa aproximada entre 5 a 12 gramos. Además, tienen la piel lisa y brillante (Exocarpio), una pulpa o tejido fibroso que contiene las células con aceite (Mesocarpio), una nuez o semilla compuesta por un cuesco lignificado (Endocarpio), y una almendra aceitosa o palmiste (Endospermo). Los frutos insertados en las espiguillas que rodean el raquis en forma helicoidal, conforman los racimos, con una masa variables entre 5 a 40 kg. Los racimos del fruto de palma africana y el desarrollo de los frutos se pueden visualizar en las siguientes figuras (Figura 2.3 y Figura 2.4).

Figura 2.3. Formación de racimos



Fuente: www.infoagro.com

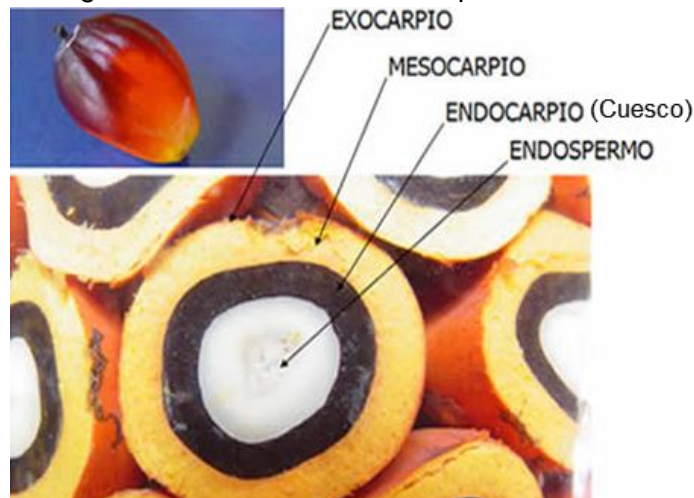
Figura 2.4. Racimo de frutos



Fuente: www.infoagro.com

Del fruto de la palma (Figura 2.5) se obtiene el aceite crudo y de la almendra el palmiste, proceso que se realiza a través de medios mecánicos y térmicos. Una vez realizados estos procesos de producción a los que el fruto se somete quedando como resultado el cuesco.

Figura 2.5. Detalle del fruto de palma africana



Fuente: www.infoagro.com

Las plantas extractoras nacionales alcanzaron a generar aproximadamente 140.000t de este material en el año 2000, que se usa en la adecuación de vías alternas y como combustible en calderas, y para el 2009 la cifra alcanzó las 200.000 t, correspondientes a 780.000 t de aceite crudo, 160.000 t de biomasa residual y dentro de estas 900.000 t de RFF (Gómez, Klose, & Rincón, 2010). Las cantidades producidas de productos y subproductos de la palma africana durante el periodo 2007 a 2011 se muestran en la tabla 2.9.

Tabla 2.9. Producción de la agroindustria de la palma de aceite.

PRODUCTOS		AÑO				
		2007	2008	2009	2010	2011
Capacidad instalada, t RFF/h		1030	1109	1190	1249	1236
Producción, toneladas (t)	Fruto	3656290	3800916	3861232	3775585	4568937
	Aceite crudo	733241	777509	804838	753156	940838
	Almendra	169729	178808	179338	174130	213250

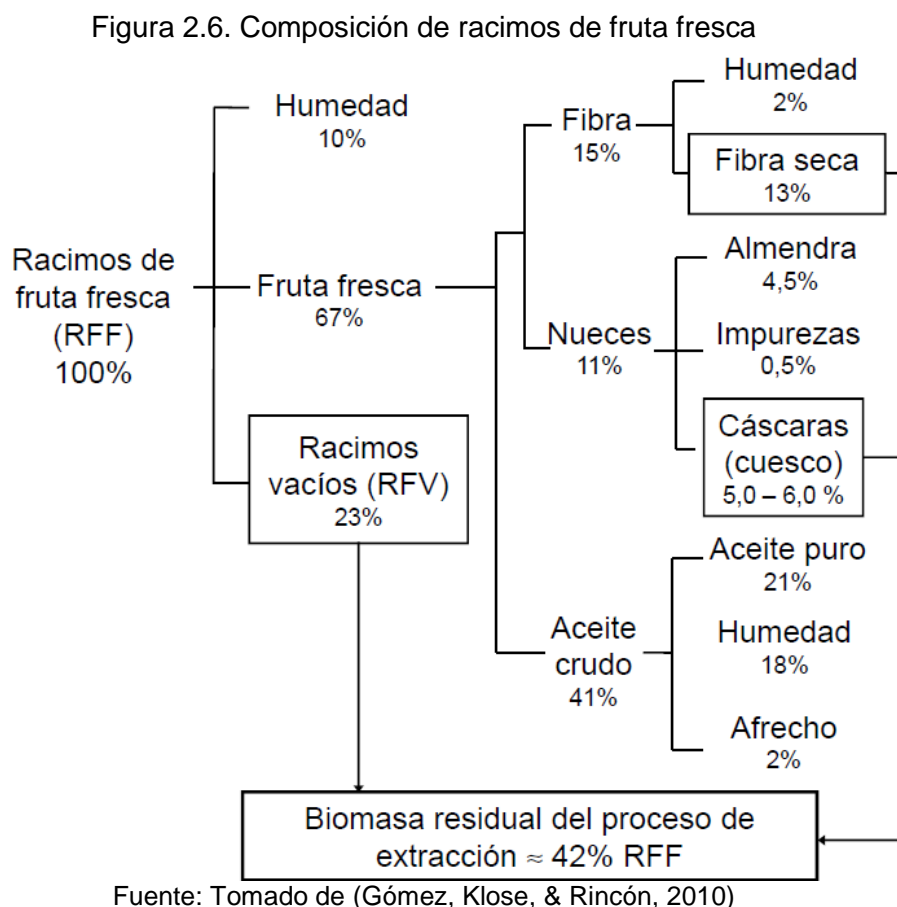
Fuente: FEDEPALMA

2.3.3.2 Cuesco de Palma Africana

El cuesco de palma Africana es un subproducto de la extracción de la almendra del fruto de la planta y corresponde al endocarpio del fruto, es decir aproximadamente el 5.5% de los racimos de fruta fresca (RFF), como se puede observar en la figura 2.6 donde también se ve que se genera 42% de biomasa residual con respecto a RFF.

Las aplicaciones más usuales que ha tenido el cuesco, es su uso parcial como combustible para la generación de energía térmica en las plantas extractoras de aceite y como relleno de sus vías de acceso; aun cuando su uso como combustible contribuye al mejoramiento de la eficiencia general del proceso de extracción del aceite de palma y los beneficios ambientales, las cenizas presentes generan inconvenientes técnicos en los sistemas de combustión.

En la figura 2.6 se presenta un esquema del balance de masa del proceso de extracción del aceite de palma. La biomasa residual del proceso conformada por los racimos de fruta vacíos, la fibra y el cuesco, constituyen una fracción aproximada del 42% en masa de los racimos de fruta fresca (RFF). A través de los valores de las fracciones de masa indicadas en esa figura se hace un estimativo de la cantidad de biomasa residual según la producción de RFF para algunos países. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)



Con base en el conocimiento de que del 5 al 6% de la masa de la nuez o almendra del fruto es cuesco, se puede calcular la cantidad de cuesco de palma africana (CPA) producido desde el 2007 hasta el 2011, tomando un 5.5% los resultados e exponen en la Tabla 2.10:

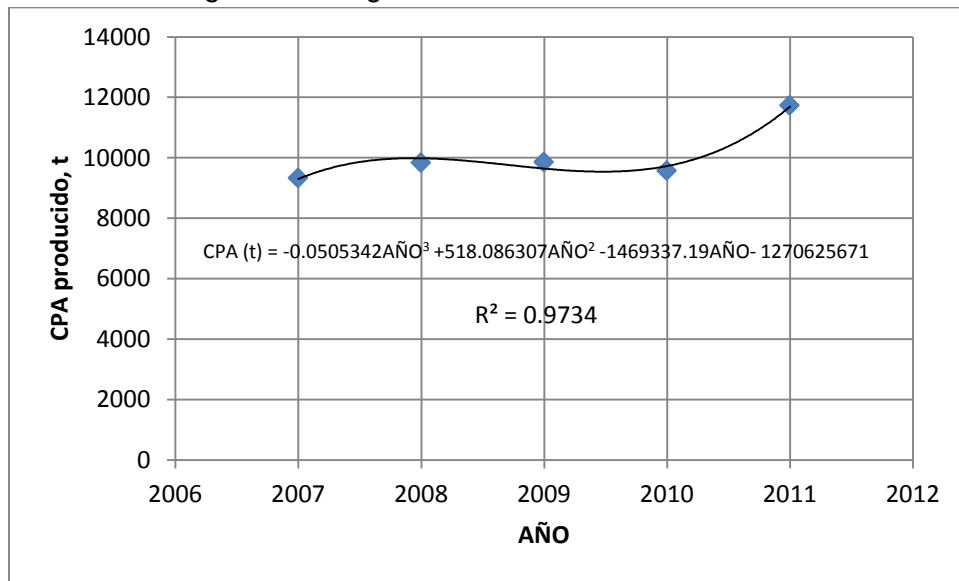
Tabla 2.10. Cálculo del cuesco de palma producido

PRODUCTO	AÑO				
	2007	2008	2009	2010	2011
Cuesco de Palma Africana, t	9335.10	9834.44	9863.59	9577.15	11728.75

Fuente: Los autores

Con la anterior información se realiza una proyección de la producción del CPA hasta el 2017, para lo cual se grafican los datos obtenidos para realizar una regresión con el mejor índice de determinación R^2 , como se muestra en la figura 2.7; se observa claramente que un polinomio cubico arroja un valor de R^2 de 97.34%. Esto se realiza usando el software EXCEL®, con la función en insertar gráfica de agregar línea de tendencia.

Figura 2.7. Regresión de la Producción de CPA



Fuente: Los autores

Usando el modelo de regresión encontrado:

$$CPA(t) = -0.0505342040824394 \cdot AÑO^3 - 518.086307211626 \cdot AÑO^2 - 1469337.18671825 \cdot AÑO - 1270625671.15568$$

Para calcular las proyecciones hasta el 2017, compiladas en la Tabla 2.11:

Tabla 2.11. Calculo del cuesco de palma producido

PRODUCTO	AÑO					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Cuesco de Palma Africana, t	12920.58	14866.50	17238.24	20035.49	23257.97	26905.35

Fuente: Los autores

2.2.4 Proveedor de materia prima

Una de los criterios de selección de materia prima fue la ventaja de contar con un proveedor del cuesco de palma africana, proveedor que tiene cultivos de palma africana en los llanos orientales.

Para poder evaluar su capacidad de proveer el CPA, así como las características del material se realizó una entrevista cuyo cuestionario se puede ver con detalle en el (Anexo 2-1), a partir de la cual se van a nombrar en seguida los aspectos centrales y más relevantes para el proyecto.

2.2.4.1 Razón Social

Para el abastecimiento de la materia prima seleccionada CPA, se contactó a la empresa Colombiana Asopalmar Ltda con domicilio en Bogotá, empresa productora y comercializadora de productos, aceites y grasas vegetales.

2.2.4.2 Localización

Los cultivos de palma africana están ubicados en el departamento del Meta exactamente en granada y Puerto López.

2.2.4.3 Producción anual

Alrededor de 24 mil toneladas de fruta, 1700 toneladas de palmiste y 1600 toneladas de nuez.

2.2.4.4 Características

No se cuenta con una ficha técnica para el CPA ni con una caracterización del cuesco. En algunos casos revisan la humedad e impurezas.

2.2.4.5 Producción

El promedio de CPA que generan por hectárea de palma cultivada es de 35 toneladas semanales (datos suministrados por la gerencia). La cantidad de cuesco de palma generada es de 250 toneladas mensuales. Entre marzo y junio el aumento por la cosecha es de 100%; hay una pequeña disminución del 10% en diciembre, relativa para algunos años de producción, con capacidad de proveer hasta 400 toneladas mensuales.

2.2.4.6 Obtención

La obtención del cuesco de palma africana CPA es por rompimiento, se quita la tusa y la nuez se rompe por efecto de un molino de martillo.

2.2.4.7 Precio

El precio de venta en la actualidad es de \$120/kg y se utiliza en su mayoría como combustible en calderas y recebos de carreteras. El 20% del cuesco generado se vende. No se maneja ningún tipo de crédito para esta materia prima, el pago es de contado.

2.2.4.8 Entrega

El plazo actual de entrega para el cuesco es de una semana. Para la disposición del cuesco y almacenamiento se separa en bultos. Finalmente se concluye de acuerdo al análisis realizado al proveedor de CPA, que aunque no tiene un proceso documentado para la obtención, inicialmente cuenta con la capacidad de producción, obtención, tiene un precio definido y condiciones de entrega, para proveer la materia adecuada.

2.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La producción mundial anual de carbón activado en todas sus formas se ha estimado entre 300 mil y 400 mil toneladas. Cerca del 55% de éste total es carbón activado en polvo, 35 % en forma granular y el resto es producido como pellets. El 80% de la producción total es usada en aplicaciones en fase líquida, mientras que el 20% restante lo es en aplicaciones en fase gaseosa. Los mayores consumidores son Japón y EE.UU., con un consumo anual *per capita* de 0.5 y 0.4 kg respectivamente, frente a 0.2 kg en Europa y 0.03 kg en el resto del mundo. El consumo se ha incrementado a una tasa anual del 7%. Las principales áreas de

crecimiento están en la purificación de aire, en la recuperación de solventes y en el tratamiento de aguas.

2.3.1 Comercio Internacional

Centro de Información y Asesoría en Comercio Exterior (ZEIKY) de Proexport-Colombia se extrajeron las series de exportaciones e importaciones de Carbón activado. Para la búsqueda de cifras para los movimientos de carbón activados de Colombia con el exterior en el ZEIKY se ubicaron las siguientes posiciones arancelarias, como se observa en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12. Posiciones arancelarias relacionadas con Carbón Activado

CÓDIGO POSICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA POSICIÓN	CAPITULO ARANCELARIO
4402100000	Carbón vegetal (incluido el de cascaras o de huesos carozos de frutas), incluso aglomerado, de bambú.	Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera
4402900000	Carbón vegetal (incluido el de cascaras o de huesos carozos de frutas), incluso aglomerado. Los dms.	Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera
3802100000	Carbones activados	Productos diversos de las industrias químicas
3802901000	Harinas silíceas fósiles (x ej. Kieselguhr, tripolita, diatomita) activadas	Productos diversos de las industrias químicas
3802902000	Negros de origen animal, incluido el negro animal agotado	Productos diversos de las industrias químicas
3802909000	Demás materias minerales naturales activadas	Productos diversos de las industrias químicas
3307909000	Dms preparaciones para baño, depilatorias, de perfumería, tocador o cosmética	Aceites esenciales y resinoides; preparaciones de perfumería, de tocador

Fuente: Adaptado de Zeiky

De las anteriores posiciones y para lo concerniente al trabajo desarrollado se determinó seleccionar las siguientes (Tabla 2.13).

Tabla 2.13. Posiciones arancelarias seleccionadas

PRODUCTO	POSICIÓN ARANCELARIA
Carbones activados	38.02.10.00.00
Carbón activado de origen mineral	38.02.90.90.00

Carbón de cáscara o huesos de frutas, esté o no aglomerado	44.02.90.00.00
--	----------------

Fuente: Los autores

Aun cuando el interés se centra en carbones activados, con fines comparativos también se va a observar el comportamiento en las exportaciones e importaciones del carbón activado de origen mineral y del carbón vegetal sin activar.

Los movimientos aparecen anualmente pero sin totalizar, por lo que se define compilar anualmente las cantidades en kilogramos y los valores FOB (US\$) tanto para las exportaciones e importaciones.

2.3.1.1 Exportaciones

En la Tabla 2.14 aparecen totalizadas las exportaciones de carbón para cada una de las posiciones.

Tabla 2.14. Nivel de Exportaciones Carbón

AÑO	NIVEL DE EXPORTACIONES					
	POSICIÓN ARANCELARIA 38.02.10.00.00		POSICIÓN ARANCELARIA 38.02.90.90		POSICIÓN ARANCELARIA 44.02.90.00.00	
	PESO (kg)	FOB (US\$)	PESO (kg)	FOB (US\$)	PESO (kg)	FOB (US\$)
2000	2,425.00	25,750.00	510.00	1,733.00	0	0
2001	228,658.00	157,037.00	16,373.00	5,553,868.00	0	0
2002	22,235.00	14,310.00	260.00	692.00	0	0
2003	125,474.00	89,916.00	712.00	3,260.00	0	0
2004	128,098.66	182,247.93	32,438.00	32,458.00	0	0
2005	86,316.35	135,814.25	1,136.00	1,284.00	0	0
2006	43,721.90	59,527.31	859.10	4,130.41	0	0
2007	79,624.19	116,562.90	270.00	51.00	6,765,739.81	1,802,434.04
2008	229,770.95	320,369.16	17,522.00	3,500.40	3,661,944.00	1,189,452.60
2009	1,096,367.05	528,190.74	15,080.10	22,818.80	3,888,361.73	1,357,175.24
2010	314,592.56	314,819.50	14,240.00	23,972.80	7,139,990.18	2,457,205.31
2011	200,477.93	252,755.19	6,524.00	10,667.68	3,827,355.99	1,428,448.58

Fuente: Adaptado de Zeiky

Es interesante observar cómo se tiene una relativa alta exportación de carbón de cáscara o huesos de frutas, (sin activar), ya que los mayores volúmenes de exportaciones se dan con el carbón vegetal sin activar (posición 44.02.90.00.00) del orden de millones de kilogramos anuales en contraste con el los carbones activados (38.02.10.00.00) en promedio diez veces menor, y del carbón activado de origen mineral (38.02.90.90.00) aproximadamente 100 veces menor. El carbón activado de origen vegetal tiene un nivel de exportaciones más importante que el

mineral. Probablemente las altas exportaciones de carbón vegetal sin activar se deban a que materia prima apta para el proceso se active en empresas con sedes en países industrializados que gozan de mayor tecnología y quienes luego comercializan hacia países menos desarrollados como Colombia, los productos terminados.

Los participantes en las exportaciones de carbones activados (posición arancelaria 38.02.10.00.00) se presentan en la Tabla 2.15 se presentan a continuación.

Tabla 2.15. Exportadores y destinos de carbones activados

EXPORTADOR	DESTINO
Aguas Industriales Ltda., Artenixco Ltda., Asequímicos S.A., BYCSA S.A, C.I. J.J. Ltda., Cementos ARGOS S.A., COLPISA Colombiana De Pinturas S.A., Comercializadora Colombiana de Carbones, Comercializadora Internacional Hensacae, Comercializadora Serviven / José Vidal To, Deintercomer Ltda., Distribuciones y Representaciones TECNIC, Embotelladora de Santander S.A., Exro S.A.S., Fabrica de Calcetines CRYSTAL S.A., Germán Rodríguez Pérez, Industria Nacional de Gaseosas S.A., Inversiones S&F S.A., Laboratorios Cofarma S.A., Laboratorios Medick Ltda., Liquido Carbónico Colombiana S.A., Mascolandia Ltda., OTV S.A. Sucursal Colombia, Polipropileno del Caribe S.A., Productos Químicos Panamericanos S.A., Representaciones DIVER Ltda., Rio Tinto Mining And Exploration Colombia, Riviere Villamizar & Cía., Sanofi Aventis de Colombia S.A.UAP 501, Sulfoquímica S.A., Tecnotriturados y Minerales del Cesar Ltda., Yanbal de Colombia S.A.	Australia, Austria, Costa Rica, Argentina, Panamá, Ecuador, México, Brasil, Republica Dominicana, Perú, El Salvador, Estados Unidos, Honduras, India (Incluye Cachemira, Jammu Y Sikkim), Zona Franca de Cúcuta, Zona Franca Rio Negro, Antillas Holandesas, Venezuela, Rep. Federal Alemana, Uruguay, Zona Franca Pacifica.

Fuente: Adaptado de Zeiky

Se pueden notar movimientos de exportaciones de carbones activados a países de destinos vecinos como Ecuador, Panamá, Brasil, Perú, Venezuela y otros de Centroamérica, Sudamérica y el Caribe (Costa Rica, México, Antillas Holandesas, Uruguay) y hasta el mismo Estados Unidos, lo cual es aprovechable tal vez con el TLC. Estos países son en principio los primeros consumidores en el mercado internacional de los productos nacionales, y por ende el potencial mercado externo para el carbón activado.

2.3.1.2 Importaciones

Las importaciones se trataron de la misma forma que las exportaciones, ya que se tabularon los movimientos anualmente para las tres posiciones arancelarias como se presenta en la Tabla No. 2.16.

Tabla 2.16. Nivel de Importaciones

AÑO	NIVEL DE IMPORTACIONES					
	POSICIÓN ARANCELARIA 38.02.10.00.00		POSICIÓN ARANCELARIA 38.02.90.90.00		POSICIÓN ARANCELARIA 44.02.90.00.00	
	PESO (kg)	FOB (US\$)	PESO (kg)	FOB (US\$)	PESO (Kg)	FOB
2000	796,273.93	919,324.00	5,447,155.02	12,705.79	0	0
2001	874,420.05	998,598.00	6,091,820.38	12,267.12	0	0
2002	727,573.44	837,096.00	5,481,156.69	1,967,329.00	0	0
2003	765,439.25	870,294.00	5,337,411.23	1,977,589.00	0	0
2004	935,119.27	1,083,148.00	5,572,921.07	2,066,808.00	0	0
2005	899,046.56	1,029,773.00	6,046,415.25	2,198,075.00	0	0
2006	696,348.36	1,057,857.00	6,827,426.82	2,556,823.00	0	0
2007	1,183,135.34	1,746,030.00	5,954,278.48	2,407,741.00	67,985.81	3,273.57
2008	1,184,870.81	2,059,560.00	6,340,283.29	3,249,754.00	8,860.36	1,425.95
2009	826,596.78	2,030,663.00	7,447,937.61	3,520,133.00	24,952.27	1,419.63
2010	987,867.95	2,248,388.00	7,897,594.69	3,332,447.00	4,892.83	3,703.18
2011	1,250,772.13	2,878,085.00	8,173,117.56	4,074,731.00	1,040.04	2,939.07

Fuente: Adaptado de Zeiky

Los importadores y países de origen de carbones activados (posición arancelaria 38.02.10.00.00) se muestran en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17. Importadores y Origen de carbones activados

IMPORTADOR	ORIGEN
Activos de Colombia Ltda., 3M Colombia S.A., ABC Laboratorios S.A., Abonos Colombianos S.A., Abonos Colombianos S.A., Aceites Manuelita S.A., Aduanas Hubemar S.A., S.I.A., Aguas Industriales Ltda., Aire Caribe S.A., Ajecolombia S.A., Alfa Productos Químicos Ltda., Andesia Químicos Industriales S.A., Anhídridos Y Derivados De Colombia S.A., Annar Diagnostica Import S.A.S., Aricel Quimicos Ltda., Artículos de Seguridad S.A.S., Asequimicos S.A., Asesorías Químico Ambientales Ltda., Baker Hughes De Colombia, Balcazar Hincapie Elizabeth, Bavaria S.A., Bayer Cropscience S.A., Bayer S.A. Bazar Persa Ltda., Beiersdorf S.A., Biocidas Y Químicos Ltda., Brenntag Colombia S.A., Brenntag Colombia S.A., Brinsa S.A., C.I. Curtiembres Matteucci S.A.S., Cadbury Adams Colombia S.A., Carboquim Ltda., Carboquímica S.A S., Carlos Sarmiento L. & Cia. Ingenio	Hong Kong, Argentina, Austria, Bélgica – Luxemburgo, Brasil, México, Estados Unidos, Costa Rica, Estados Unidos,

<p>Sanca, Carreira Lopez Luis Javier Jesús, Cartón De Colombia S.A., Cartonera Nacional S.A., Cerrejón Zona Norte S. A. - Czn. S.A., Cervecería Aguila S.A., Cervecería Leona S.A., Challenger S.A., Ciba S.A., Ciclo Proceso Ltda., CO2 Colombiano Ltda., Colmascotas Limitada, Colombiana De Bebidas & Envasados S.A., Comercializadora Internacional Banacol D., Comercializadora Propura Ltda., Compañía Latinoamericana De Seguridad IN, Concesionaria Tibitoc S.A. E.S.P., Corinter S.A., Distribuciones Edal Ltda., Distrumédica S.A., Dober Chemical Ltda., Dog Toys Limitada, Drummond Ltda., Dupont De Colombia S.A., Durespo S.A., Dyprotec Ltda., Ecogenesis S.A., Econservacin Ltda., Ecopetrol S.A., Eduardo Ospina & Cia S A Edospina S.A., Eduardo Ospina & Cia. S.A., Edospina S.A., Elementos Químicos Ltda., Embotelladora De Santander S.A., Emgesa S.A. E.S.P., ENKA de Colombia S.A., Equimed Ltda., Equion Energia Limited, Euroceramica S.A., Exportadora de Frutas Frescas Ltda., Exro S.A.S., Fabrica De Grasas y Productos Químicos Ltda., Fabrica de Hilazas Vanylon S.A., Factores & Mercadeo S. A., Fagor Industrial S. A., Fernandez & Cia. S.C.A., Fiberglass Colombia S.A., Filmtex S.A S., Filtración Industrial Y Tratamiento de Aguas, Food & Technology Ltda., F&T Ltda., G & G Sucesores Ltda., G & R Trading Ltda., Gaseosas Posada Tobón S.A., Gases Industriales De Colombia S.A., General Electric International, Inc. Sucur, Genfar S.A., Gillete De Colombia Ltda., Glaxosmithkline Colombia S.A., Grasas Y Aceites Vegetales Limitada, Greenfield Colombia Ltda., Grupo Zambrano S.A., Guillermo Enrique Torres Rosero, Hergrill & Cia. Limitada, Herrera Londoño Graciela Inés, Ideales Científicos Ltda., Identificación Plástica S.A., Imocom S.A., Incauca Refinería De Colombia S.A., Indumol Ltda., Industria Nacional De Gaseosas S.A., Industrias Argos Ltda., Industrias del Maíz S.A., Corn Products S.A., Ingefilt Limitada, Ingeniería de Aguas (Ingeaguas S.A.), Ingenio Carmelita S.A., Ingenio Del Cauca S.A., Ingenio Pichichi S.A., Ingenio Riopaila S.A., Ingenio Risaralda S.A., Inspectorate Colombia Ltda., Inversiones Abaco Ltda., Inversiones S & F S.A., JGB S.A., JLP Water Service Ltda., La Parcela S.A., La Tour S.A., Laboratorio Oftálmico de La Costa Ltda., Laboratorios Cofarma S.A., Laboratorios WACOL Ltda., Larvamar Ltda., Linde Colombia S.A., Lloreda, M.S. Suministrar Ltda., Manuelita S.A., Mapriq Tecnología Ltda., María Cristina Sussman P Y Cía., Medardo Méndez Y Cía. Ltda., Méndez Romero Jaime, MERCK S.A., Meridian Consulting Ltda., Mesa Hermanos Y Cía., Monitoreo Ambiental Limitada, Monitoreo Ambiental Limitada, Monómeros Colombo Venezolanos S.A., Neumática del Caribe S.A., Nutrience Colombia S.A.S., Parra Méndez Juan Pablo, Pastor Olarte Vega, Petworld Ltda., Pinturas El Cóndor Ltda., Pintusol Ltda., Procaps S.A., Productora Tabacalera De Colombia S.A.S., Productos Industriales Del Cauca S.A., Productos Químicos Panamericanos S.A., Promociones Fantásticas S.A., Proyectos y Servicios Ltda., Purificación Y Análisis de Fluidos Ltda., Purificación y Análisis de Fluidos Ltda., Purificadores Y Filtros Internacional</p>	<p>Zona Franca Rio Negro, Reino Unido, Canadá, Panamá, Chile, China Popular o Republica Popular de China, India, Italia, Ecuador, El Salvador, España (Excl. Islas Canarias), Argentina, Zona Franca Rio Negro, Republica Federal Alemana, Zona Franca de Santa Marta, Países Bajos de Holanda, Francia, India (Incluye Cachemira, Jammu y Sikkim), Malasia (Incluye Lebuán, Isla), México, El</p>
---	--

Ltda., Quality To Go Ltda., Quimica Activa Limitada, Quimicos F.G.Ltda., Químicos Y Reactivos Ltda., Quimitintas Ltda., Representaciones Diver Ltda., Representaciones Diver Ltda., Repuestos Y Materiales Ltda – Remat, Restrepo Restrepo Astrid Eufemia, Rocsa Colombia S.A., Saeg Engineering Group Ltda., Samkas International Ltda., Sanambiente Ltda., Sánchez Cortes María Del Pilar, Servimascotas Ltda., Sevilla Díaz Esmir Antonio, SGS Colombia S.A., Shelman International & Cia. Ltda., Sifap Tecnologia S.A.S., Sinergia Ingenieria Ltda. - Synergy Eng., Sistemas Logísticos Internacionales S.A., Sociedad Colombiana De Comercialización, Sucromiles S.A., Sucromiles S.A., Sulfoquímica S.A., Tanques Y Equipos Plásticos S.A., Tech Water, Technical Petroleum Services S.A., Tekquimica S.A., Transmerquim De Colombia S.A., Unilever Andina Colombia Ltda., Universidad Nacional De Colombia, Urigo S.A.S., Ute Sahco Comdecol, Vega Orozco Ltda., Yanbal de Colombia S.A., Yequim Ltda.	Salvador, Reino Unido, Perú, Reino Unido (Inc. Canal, Islas - Normanda Isla), Guatemala, Siria, Taiwan, Venezuela.
---	--

Fuente: Adaptado de Zeiky

2.3.2 Mercado Interno

Para estudiar el mercado interno se utilizó información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en cuanto a lo referente a producción y consumo; la información suministrada por el DANE con código C.P.C. (Clasificación Central de Productos) No. 035491015 para el carbón activado sobre producción y consumo se presenta a continuación.

2.3.2.1 Producción y Ventas

Para producción y ventas sólo se publican datos a partir del 2004 debido a que en años anteriores solo se reportaban artículos cuya producción era superior a \$300.000.000 lo que indica que no era notoria la cantidad de carbón activado producido. En la Tabla 2.18 se observa también que de toda la producción de carbón activado nacional no hay un porcentaje importante que sea vendido al exterior.

Tabla 2.18. Producción y Ventas de carbón activado

AÑO	PRODUCCIÓN		VENTAS		Existencias a 31 de diciembre
	Cantidad	Valor Total*	Cantidad	Valor Total	
2004	187,671	544,061	166,023	481,302	58,921
2005	224,963	1,703,026	239,672	1,747,449	44,212
2006	506,022	2,344,006	469,195	2,227,886	81,039
2007	523,065	2,691,528	466,444	2,408,487	82,748
2008	467,432	1,701,452	452,220	1,646,082	(-)

2009	601,705	2,016,705	580,391	1,945,470	71,042
2010	1,985,214	6,656,884	1,811,511	6,074,632	244,745

A precio de venta en fabrica sin incluir impuestos indirectos. (-) No existen datos.

Cantidad en kilogramos (kg) y Valor en miles de pesos (\$)

Fuente: DANE

2.3.2.2 Consumo y Compras

En la tabla 2.19 se reportan para cantidades superiores a \$ 3.000.00.000 para el carbón activado consumido desde el 2000 hasta el 2010:

Tabla 2.19. Consumo y Compras de carbón activado

AÑO	CONSUMO			COMPRAS		
	Cantidad	Valor	% origen extranjero	Cantidad	Valor en el Exterior	Valor total *
2000	825,601	2,191,840	4.20	1,390,692	(-)	2,546,899
2001	855,294	2,709,829	11.95	1,143,448	(-)	2,959,497
2002	770,697	2,912,098	12.26	812,106	(-)	2,999,802
2003	710,584	2,699,378	75.41	579,787	(-)	2,450,376
2004	756,538	2,858,370	67.48	809,589	(-)	3,081,996
2005	751,695	2,388,018	73.81	663,323	1,612,990	2,243,767
2006	669,830	2,060,959	63.40	619,576	1,181,847	2,047,328
2007	595,407	2,148,033	65.02	451,987	979,654	1,735,824
2008	629,653	3,306,887	73.89	500,605	2,298,006	3,064,634
2009	939,387	5,474,426	74.94	1,256,181	4,167,866	7,276,689
2010	909,047	5,839,442	31.86	899,199	1,888,423	4,738,746

A precio de venta en fabrica sin incluir impuestos indirectos. (-) No existen datos.

Cantidad en kilogramos (kg) y Valor en miles de pesos (\$)

Fuente: DANE

2.3.3 Demanda Interna

En el país el consumo promedio fue de 700 toneladas anuales entre 1996 y 2002 (Gómez, Klose, & Rincón, 2010). Para el análisis de la demanda interna, se asume que esta viene a ser el Consumo Nacional Aparente (CA), que es la cantidad de carbón activado que el mercado colombiano requiere y se puede expresar como (Baca Urbina, 2001):

$$Demanda = CA = Producción + Importaciones - Exportaciones$$

Se asumirá en este estudio la información correspondiente al periodo comprendido entre los años 2000 y 2010, se requieren las anteriores series de producción, importaciones y exportaciones. Con dicha información se calcula el Consumo Aparente (CA) y observando el comportamiento histórico de la demanda para los

carbones activados diferentes a los minerales y entendida como consumo aparente, se presentan los resultados en la Tabla 2.20.

Tabla 2.20. Consumo Aparente de Carbón Activado

POSICIÓN ARANCELARIA 38.02.10.00.00 (CARBONES ACTIVADOS)				
AÑO	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	PRODUCCIÓN	CONSUMO APARENTE (CA)
2000	796,273.93	2,425.00	(-)	793,848.93
2001	874,420.05	228,658.00	(-)	645,762.05
2002	727,573.44	22,235.00	(-)	705,338.44
2003	765,439.25	125,474.00	(-)	639,965.25
2004	935,119.27	128,098.66	187,671.00	994,691.61
2005	899,046.56	86,316.35	224,963.00	1,037,693.21
2006	696,348.36	43,721.90	506,022.00	1,158,648.46
2007	1,183,135.34	79,624.19	523,065.00	1,626,576.15
2008	1,184,870.81	229,770.95	467,432.00	1,422,531.86
2009	826,596.78	1,096,367.05	601,705.00	331,934.73
2010	987,867.95	314,592.56	1,985,214.00	2,658,489.39
2011	1,250,772.13	200,477.93	n.d.	1,050,294.20

Valores en kilogramos (kg)

n.d.: No Disponible

Fuente: Los autores

2.3.4 Demanda Futura

Para poder correlacionar la tendencia es necesario comparar la demanda no solo como una función del tiempo, sino también del comportamiento de la economía del país para lo cual se consideran las variables macroeconómicas.

2.3.4.1 Variables Macroeconómicas

Durante el periodo desde el 2000 hasta el 2012, las variables macroeconómicas más relevantes como la inflación (cuantificada por el Índice de Precios al Consumidor –IPC) y la variación porcentual (%) del Producto Interno Bruto (PIB) o grado de desarrollo, tuvieron el siguiente comportamiento de acuerdo al Banco de la República y el DANE y que es mostrado en la Tabla 2.21:

Tabla 2.21. Serie de variables macroeconómicas en Colombia

AÑO	IPC	PIB
2000	8.75	2.97
2001	7.65	1.68
2002	6.99	2.50
2003	6.49	3.92

2004	5.50	5.33
2005	4.85	4.71
2006	4.48	6.70
2007	5.69	6.90
2008	7.67	3.55
2009	2.00	1.65
2010	3.17	4.00
2011	3.73	5.91
2012	2.44	3.96

Fuente: Banco de la República

Las anteriores variables macroeconómicas indican el nivel de producción del país y las ventajas o desventajas que tiene el producto en el mercado. Además que el carbón activado aparte de ser importante en el tratamiento de aguas, es un insumo de gran relevancia en la industria de bebidas (carbonatadas como la cerveza y la gaseosa), azúcar, aceites y grasas, derivados del maíz, etc., entonces si el consumo de éstos varía entonces el mercado del carbón activado también será afectado.

Las proyecciones del Banco de la República, Bancolombia e Interbolsa para estas variables en los tres escenarios (pesimista, más probable y optimista) es la siguiente (Tabla 2.22):

Tabla 2.22. Pronósticos de las variables macroeconómicas por escenarios

AÑO	PESIMISTA		MÁS PROBABLE		OPTIMISTA	
	IPC	PIB	IPC	PIB	IPC	PIB
2011	3.26	4.93	3.04	5.27	3.00	5.65
2012	3.90	3.96	3.19	4.88	3.09	5.36
2013	3.80	4.50	3.50	4.85	3.24	6.03
2014	3.70	3.01	3.20	4.63	3.09	5.80
2015	3.50	3.06	3.00	4.58	2.95	5.67
2016	3.50	3.14	3.00	4.56	2.82	5.50
2017	3.50	3.10	3.00	4.47	2.70	5.86

Fuente: Banco de la República e Interbolsa

2.3.4.2 Regresión para el Consumo

– Modelo en función sólo del tiempo

Se considera inicialmente que el Consumo Aparente solamente está definido por los cambios temporales, lo cual se verifica realizando una regresión lineal del consumo aparente de la Tabla 2.20 con los respectivos años de la siguiente manera:

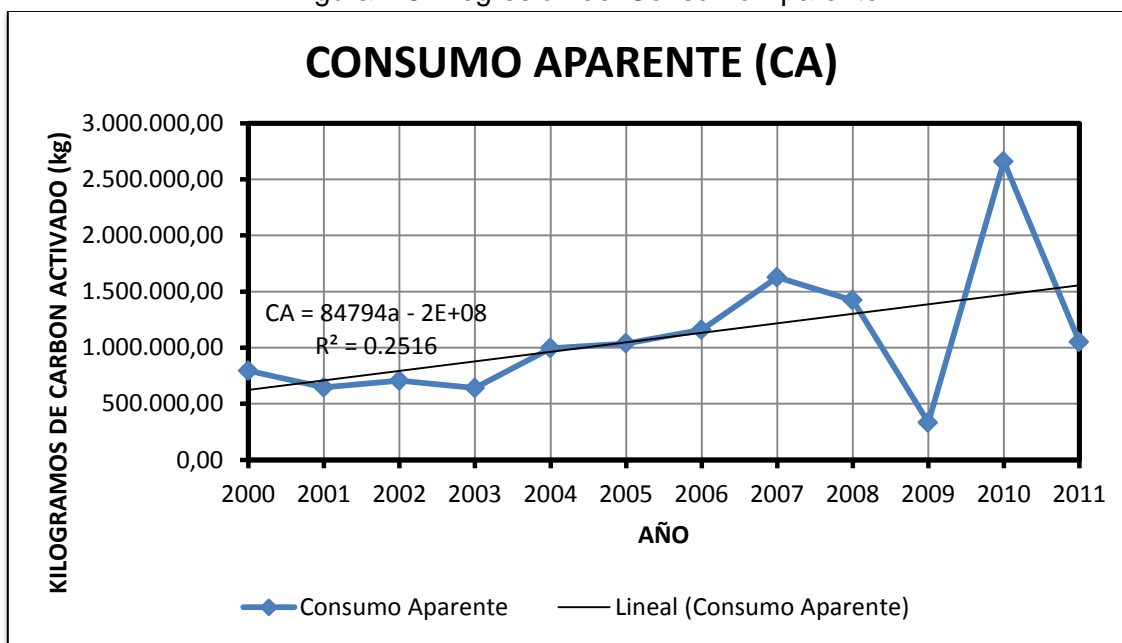
Tabla 2.23. Datos para regresión lineal

AÑO	CA, kg
2000	793,848.93
2001	645,762.05
2002	705,338.44
2003	639,965.25
2004	994,691.61
2005	1,037,693.21
2006	1,158,648.46
2007	1,626,576.15
2008	1,422,531.86
2009	331,934.73
2010	2,658,489.39
2011	1,050,294.20

Fuente: Los autores

Dichos datos se grafican en la Figura 2.18 junto con su curva de tendencia lineal y su respectiva ecuación e índice de determinación como se muestra en la Figura 2.8.

Figura 2.8. Regresión del Consumo Aparente



Fuente: Los autores

Como se puede ver en la figura, el coeficiente de determinación es muy bajo ($R^2=0.2516$) y por consiguiente el coeficiente de correlación (R) es de 0.5016 por lo que sólo se pueden explicar el 50.16% de los datos con el modelo lineal; dicha

situación no permitiría realizar un pronóstico y análisis adecuado de la demanda futura.

– Modelo multivariado

Debido a lo anterior, con el ánimo de lograr una mejor correlación se procedió a realizar una regresión múltiple para encontrar un ajuste que permita proyecciones más acordes, para lo cual se usó en EXCEL® dentro de Análisis de Datos dentro de las Herramientas para Análisis –VBA, la función regresión para determinar cómo las variables IPC, PIB y/o año afectan la demanda. Se realizaron las distintas combinaciones (3 individualmente, 3 parejas y 1 terna) dentro de las tres variables de entrada (IPC, PIB, AÑO) para la variable de salida Consumo Aparente buscando la correlación que tuviera el mayor valor de coeficiente. Se encontró que cuando las tres variables de entrada se presentan linealmente se obtiene la mejor correlación de 0.6102, lo cual sigue siendo aún insuficiente.

Tabla 2.24. Datos para regresión multivariada

IPC	PIB	AÑO	CA (kg)
8.75	2.97	2000	793,848.93
7.65	1.68	2001	645,762.05
6.99	2.50	2002	705,338.44
6.49	3.92	2003	639,965.25
5.50	5.33	2004	994,691.61
4.85	4.71	2005	1,037,693.21
4.48	6.70	2006	1,158,648.46
5.69	6.90	2007	1,626,576.15
7.67	3.55	2008	1,422,531.86
2.00	1.65	2009	331,934.73
3.17	4.00	2010	2,658,489.39
3.73	5.91	2011	1,050,294.20

Fuente: Los Autores

- Modelo Multivariado Modificado

Para mejorar el grado de correlación y así poder tener menor incertidumbre en las proyecciones de demanda insatisfecha podríamos realizar una correlación con la información de consumo entre los años 2000 y 2010 suministrada por el DANE (Consumo un poco menor) y correlacionándolo con las distintas variables; el mejor modelo para explicar el consumo aparente fue la dependencia lineal con respecto a las tres variables independientes (IPC, PIB, AÑO); considerando dicho consumo como la demanda, podemos establecer el consumo como la demanda (D):

Tabla 2.25. Datos para regresión multivariada modificada

IPC	PIB	AÑO	D (kg)
8.75	2.97	2000	825,601
7.65	1.68	2001	855,294
6.99	2.50	2002	770,697
6.49	3.92	2003	710,584
5.50	5.33	2004	756,538
4.85	4.71	2005	751,695
4.48	6.70	2006	669,830
5.69	6.90	2007	595,407
7.67	3.55	2008	629,653
2.00	1.65	2009	939,387
3.17	4.00	2010	909,047

Fuente: Los Autores

Tal regresión múltiple arroja un valor coeficiente de correlación del 0.8903, lo cual indica que el 89.03% de los datos están explicados por el siguiente modelo lineal:

$$D = 28.054.724,36 - 42,656.86 \cdot IPC - 44,585.75 \cdot PIB - 13,399.81 \cdot AÑO$$

2.3.4.3 Pronósticos

Con la ecuación anterior se calcularon las proyecciones para la demanda de carbón activado hasta el 2017 para cada uno de los escenarios: pesimista, más probable y optimista que se colocan en las Tablas 2.26 a 2.28 con base en los pronósticos de IPC y del PIB realizados por los expertos.

Escenario pesimista:

Tabla 2.26. Pronóstico Pesimista

IPC	PIB	AÑO	D (kg)
3.26	4.93	2011	727,822.24
3.90	3.96	2012	723,513.18
3.80	4.50	2013	673,842.39
3.70	3.01	2014	677,095.83
3.50	3.06	2015	675,464.12
3.50	3.14	2016	675,189.28
3.50	3.10	2017	650,857.42

Fuente: Los Autores

Escenario más probable:

Tabla 2.27. Pronóstico Más Probable

IPC	PIB	AÑO	D (kg)
3.04	5.27	2011	743,058.56
3.19	4.88	2012	740,648.66
3.50	4.85	2013	715,362.79
3.20	4.63	2014	724,568.90
3.00	4.58	2015	721,929.75
3.00	4.56	2016	709,421.65
3.00	4.47	2017	700,034.56

Fuente: Los autores

Escenario optimista:

Tabla 2.28. Pronóstico Más Probable

IPC	PIB	AÑO	D (kg)
3.00	5.65	2011	748,833.20
3.09	5.36	2012	751,381.18
3.24	6.03	2013	718,170.75
3.09	5.80	2014	775,469.40
2.95	5.67	2015	768,371.67
2.82	5.50	2016	751,405.00
2.70	5.86	2017	739,788.61

Fuente: Los autores

Compilando los tres escenarios y calculando el valor esperado adaptando la expresión de tiempo estándar (Méndez, 2012):

$$\text{Valor Esperado} = \frac{\text{Pesimista} + 4 \cdot \text{Más Probable} + \text{Optimista}}{6}$$

Se presentan los resultados en la Tabla 2.29 para la demanda esperada.

Tabla 2.29. Demanda Esperada

AÑO	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	DEMANDA ESPERADA (kg)
2011	727,822.24	743,058.56	748,833.20	741,481.61
2012	723,513.18	740,648.66	751,381.18	739,581.50
2013	673,842.39	715,362.79	718,170.75	708,910.72
2014	677,095.83	724,568.90	775,469.40	725,140.14
2015	675,464.12	721,929.75	768,371.67	721,925.80
2016	675,189.28	709,421.65	751,405.00	710,713.48
2017	650,857.42	700,034.56	739,788.61	698,464.05

Fuente: Los Autores

2.3.5 Demandantes

Los demandantes finales definidos para estudio de mercado son las empresas que utilizan carbón activado como insumo para la fabricación de filtros para purificación de agua potable.

Actualmente este insumo, carbón activado nacional, no cumple con las especificaciones necesarias para los filtros que elabora la empresa por tal motivo es importado de Alemania y es de origen mineral.

Tabla 2.30. Criterios para la caracterización de los demandantes

Criterios	Variables utilizadas
Localización de empresa	A nivel nacional A nivel local
Tipo de empresa	Grande Mi Pyme
Sector	Fabricante /distribuidor/comercial
Actividad	Fabricación de equipos para purificación de agua.

Fuente: Los autores

La demanda actual del producto se ha estimado inicialmente para cubrir la demanda propia inicial y después de tenerla consolidada, se proyectarán ventas a una base de clientes existentes a quienes se les suministra actualmente.

- Mercado Interno: Consumo nacional del producto
- Mercado externo: Potencial para exportación

2.3.5.1 Tipo de Consumidores

La caracterización de la demanda por sectores, indica que durante los 90's el 70% del carbón activado corresponde a presentación en polvo y el 30% a forma granular para consumo de casi 1000 t anuales; la proporción de la participación de cada sectores productivos se da en la Tabla 2.31 (Espinell Sanchez, 1992).

Recordando la Tabla 2.17 se observa que muchos de los importadores perteneces a empresas de aceites y grasas, azucares, curtiembres, purificadoras, laboratorios, bebidas y aceites, entre otras.

Tabla 2.31. Participación por sectores

SECTOR	%
Bebidas gaseosas	31.2
Aceites y grasas	26.3
Azúcar refinado	16.6
Glucosa	8.0
Ácido cítrico	7.8
Glicerina	4.4
Cerveza	2.8
Industria Química	2.4
Acueductos	0.5

Fuente: Adaptado de (Espinell Sanchez, 1992)

El uso del carbón activado para el tratamiento de aguas no solo se da en acueductos y en ozonizadores a nivel residencial, sino que también en el sector de bebidas carbonatadas como gaseosas y cervezas, así como también no carbonatadas como jugos y alcohólicas (licores), por lo que la participación llegaría a ser la mitad.

En el país el carbón activado es importante para la obtención de agua potable por parte de las Empresas de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado municipales, pues es uno de los medios más empleados para el control de olores y sabores; el carbón activado es aplicado antes y después de la coagulación, seguida de una filtración (Palacios & Riveros de Martín, 1981). Se estima que en una ciudad como Medellín se demanda anualmente por lo menos 350 toneladas de carbón activado, con lo cual se realizan tratamientos terciarios en la potabilización del agua, principalmente para remover trihalometanos. Otras empresas de tratamiento de agua en Cali, Barranquilla, Pereira, entre otras, consumen más de 2 ton/año de carbón activado cada una, correspondientes a aquellos momentos en los cuales las lluvias obligan a un tratamiento terciario del agua (Castañeda Espinosa & Corredor Tiria, 2004).

También las épocas y/o meses de invierno llevan a que las empresas del sector de bebidas consuman más carbón activado para lograr la potabilización y decoloración de las aguas utilizadas en sus procesos, en un requerimiento similar

entre carbón activado en polvo y granular. También otras industrias como la de grasas y azúcares lo usan para sus procesos de purificación, selección, remoción de olores y entre otros (Castañeda Espinosa & Corredor Tiria, 2004).

2.3.5.2 Clientes Potenciales

El nicho de consumidores iniciales de Filter Ware Ltda. está enfocado hacia empresas que traten el agua ya sea a gran escala como Acueductos, empresas de bebidas, o principalmente a baja escala, como los fabricantes de ozonizadores a de otros dispositivos portátiles de purificación; de hecho en un gran número de lugares del país que no tienen o carecen de un adecuado servicio de agua potable, son potenciales clientes. Sin embargo no cierra la venta del carbón activado al tratamiento de aguas, sino que además lo abre a otro tipo de sectores como los indicados en el anterior numeral.

Se sabe que a nivel nacional existen alrededor de 50 empresas que corresponden al nicho inicial de mercado de Filter Wire Ltda, de acuerdo a la información suministrada por la misma empresa. Para conocer más de cerca los intereses de estos potenciales consumidores en el producto a desarrollar se realiza una encuesta la cual se describe enseguida.

2.3.5.3 Encuesta

– Muestra

Considerando que hay una población de 50 empresas de interés en Colombia, se toma una muestra aleatoria de acuerdo a la fórmula para una población finita donde se estima la proporción (Méndez, 2012):

$$n = \frac{NK^2P(1 - P)}{(N - 1)e^2 + K^2P(1 - P)}$$

Donde:

n es el tamaño de la muestra

N es el tamaño poblacional, en este caso 50

P es la proporción poblacional, se espera que el 98.5% ó 0.985 quiera consumir el producto

e es el error máximo admitido en este caso 5% ó 0.05

K es el coeficiente de confianza 95% ó 0.95

$$n = \frac{50 \cdot 0.95^2 \cdot 0.985(1 - 0.985)}{(50 - 1)0.05^2 + 0.95^2 \cdot 0.985(1 - 0.985)} = 4.9083 \approx 5$$

Entonces la muestra debe ser de 5 empresas. Las empresas a las cuales se realizó aleatoriamente la encuesta son las siguientes: Purifil Internacional Ltda, Automación Ltda, Abaco Ltda, Comercializadora Ozonofil SAS, Ozono Filter Ltda.

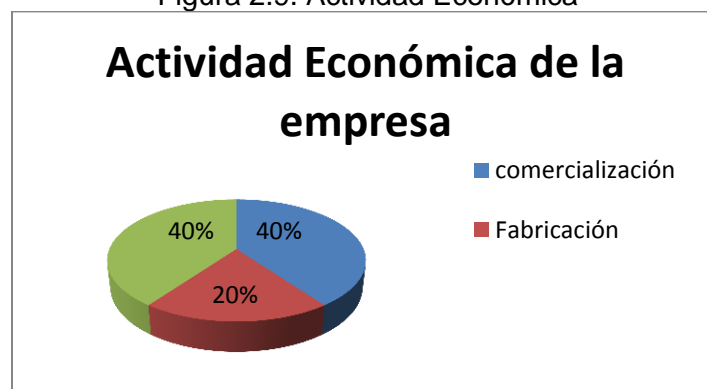
– Resultados

Las encuestas se realizaron y diligenciaron de manera virtual, con un modelo de encuesta que se puede ver en el Anexo 2.2; al tabular se obtienen los siguientes resultados presentados a continuación, los que permitieron caracterizar al cliente.

▪ *Actividad Económica*

En la Figura 2.9 se puede apreciar que el 40% de las empresas encuestadas se dedican solo a la comercialización de productos relacionados con procesos de purificación donde utilizan carbón activado. El otro 40% de las empresas encuestadas se dedican a la fabricación de productos y equipos relacionados con procesos de purificación donde usan carbón activado. Y el 20% se dedica a la comercialización y fabricación.

Figura 2.9. Actividad Económica



Fuente. Los autores

▪ *Número de Empleados*

El número de trabajadores en una empresa es uno criterios para determinar si éstas son grandes, medianas, pequeñas o micro empresas. La Figura 2.10 muestra que las empresas encuestadas tiene entre 9 y 70 trabajadores esto indica que están clasificadas en la categoría de Mi PyMe.

Figura 2.10. Cantidad de Empleados

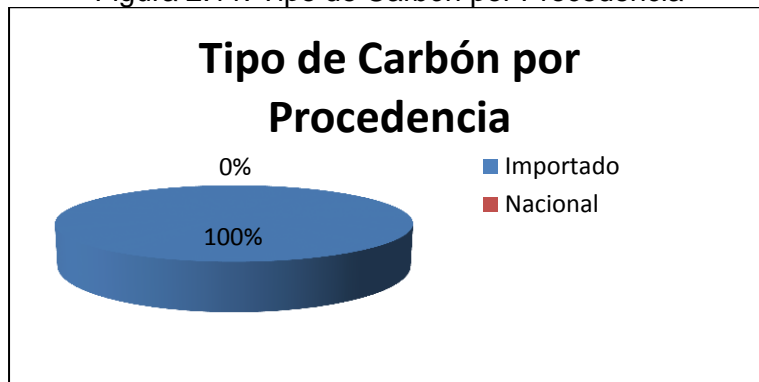


Fuente. Los autores

▪ *Tipo de carbón*

En la Figura 2.11 se muestra que cuando se preguntó cuál es el tipo de carbón activado utilizado en sus procesos, el 100% de las empresas respondió que utilizan carbón importado y ninguno nacional.

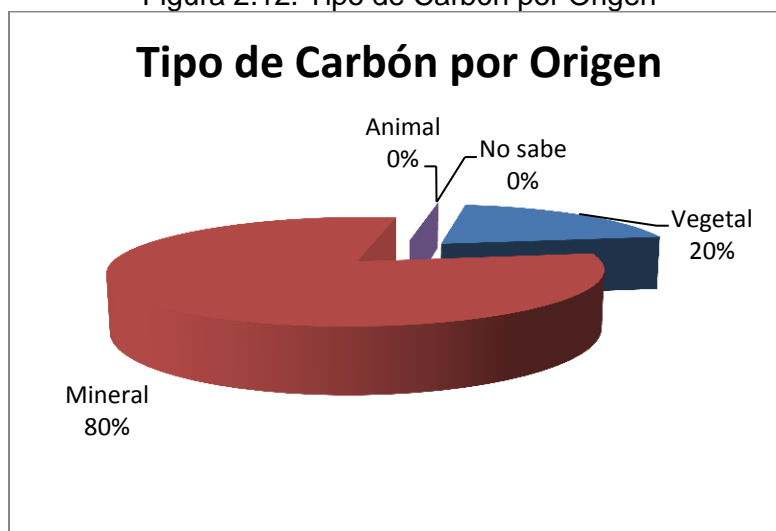
Figura 2.11. Tipo de Carbón por Procedencia



Fuente. Los autores

En cuanto al tipo de carbón utilizado respecto a su origen mineral, vegetal o animal, se identificó como lo muestra la Figura 2.12 que el 80% de las empresas encuestadas usa carbón de origen mineral y el 20% usa carbón vegetal.

Figura 2.12. Tipo de Carbón por Origen

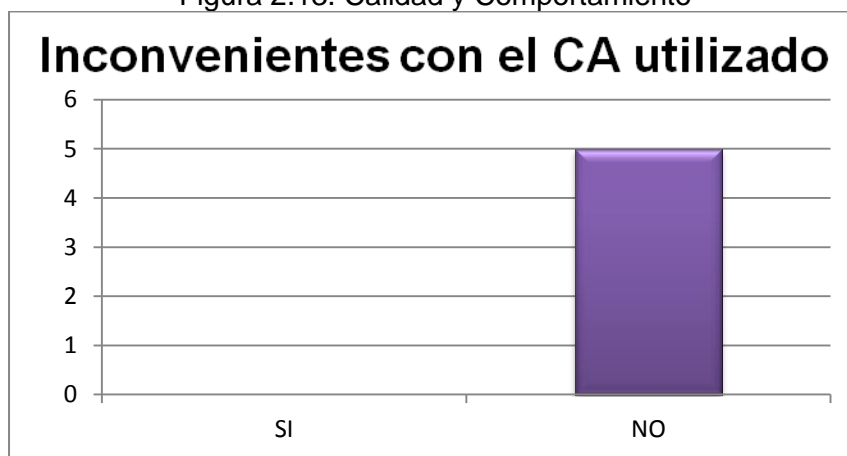


Fuente. Los autores

- *Calidad y comportamiento*

Se preguntó también si tenían problemas o inconvenientes con el carbón utilizado y la respuesta fue **NO** para las empresas encuestadas como se puede ver en la Figura 2.13.

Figura 2.13. Calidad y Comportamiento



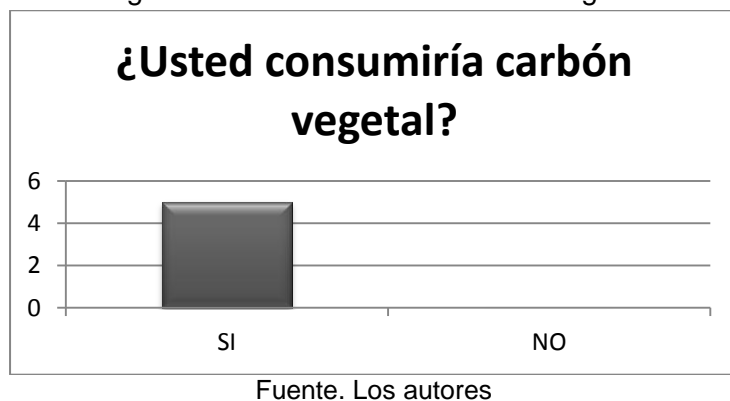
Fuente. Los autores

- *Consumo de Carbón Vegetal*

A la pregunta si consumirían carbón de origen vegetal nacional con las especificaciones requeridas, todas las empresas encuestadas respondieron enfáticamente que si lo harían como se puede ver en la figura 2.15, lo cual confirma la hipótesis usada para el cálculo del tamaño de la muestra, que el 98.5%

de la población consumiría el producto. Incluso algunas hablaron de la importancia de la funcionalidad antes que del tipo específico del carbón activado.

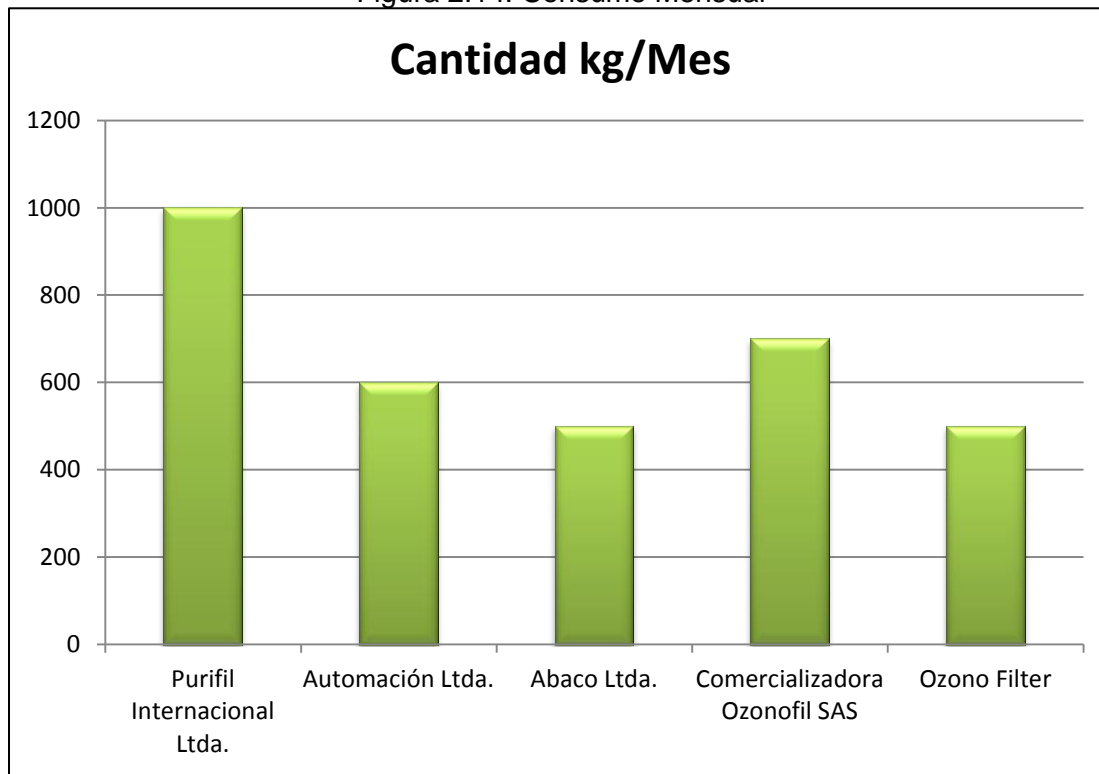
Figura 2.15. Consumo de Carbón Vegetal



- *Consumo mensual*

El consumo mensual de las empresas encuestadas está entre los 500 kg y los 1000 kg como puede apreciarse en la Figura 2.14. El consumo total mensual de las empresas encuestadas es de aproximadamente 3300 kg.

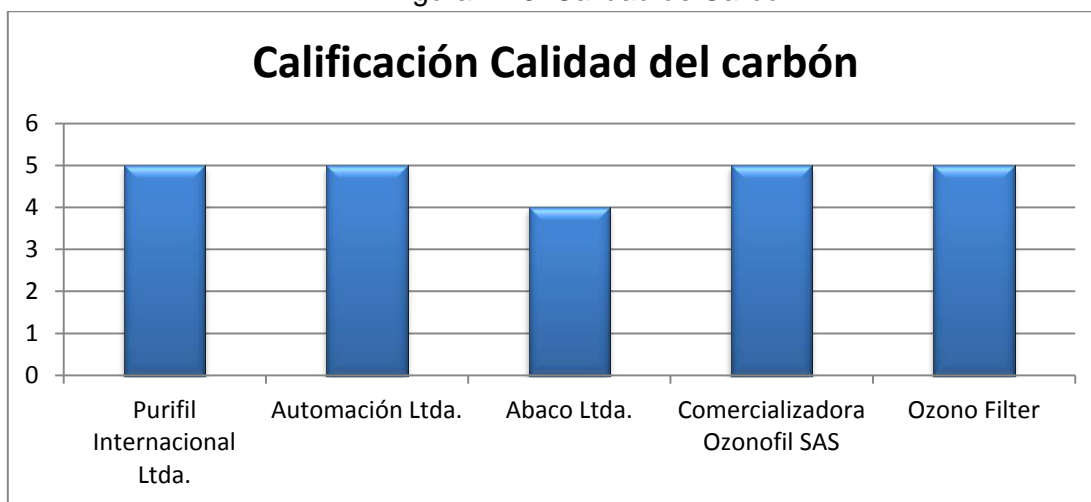
Figura 2.14. Consumo Mensual



▪ Evaluación del Proveedor

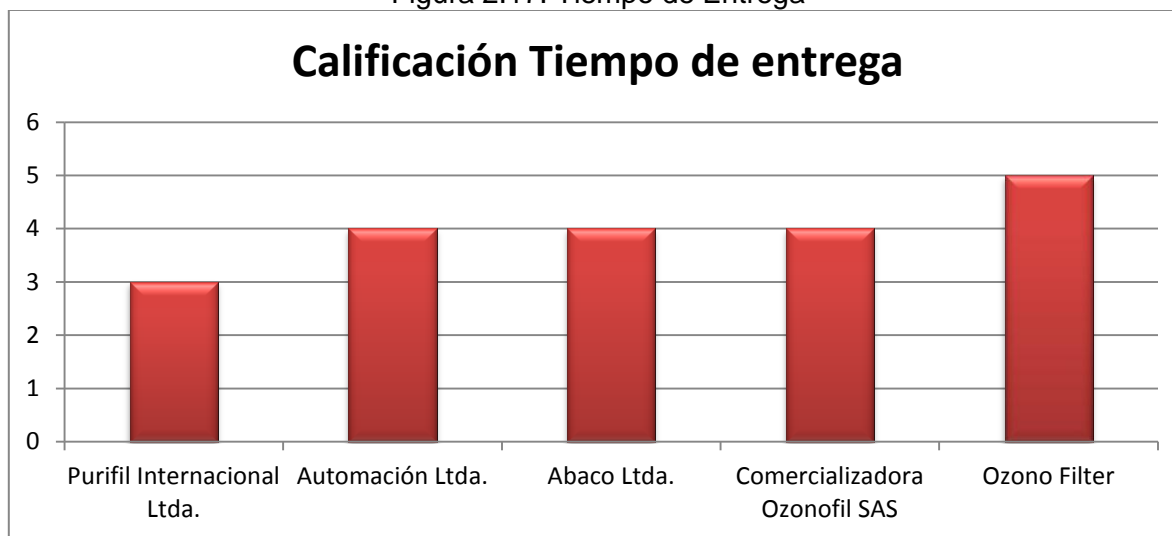
También se realizó una evaluación al proveedor de carbón activado, en donde se evaluó aspectos como calidad del carbón (Figura 2.16), tiempo de entrega (Figura 2.17), flexibilidad de pago (Figura 2.18), servicio (Figura 2.19), garantía (Figura 2.20) y precio (Figura 2.21), para cada uno de ellos, las empresas encuestadas tomaron una escala de calificación de 1 a 5, donde 1 es el de menor importancia y 5 la de mayor, como se aprecia a continuación.

Figura 2.16. Calidad de Carbón



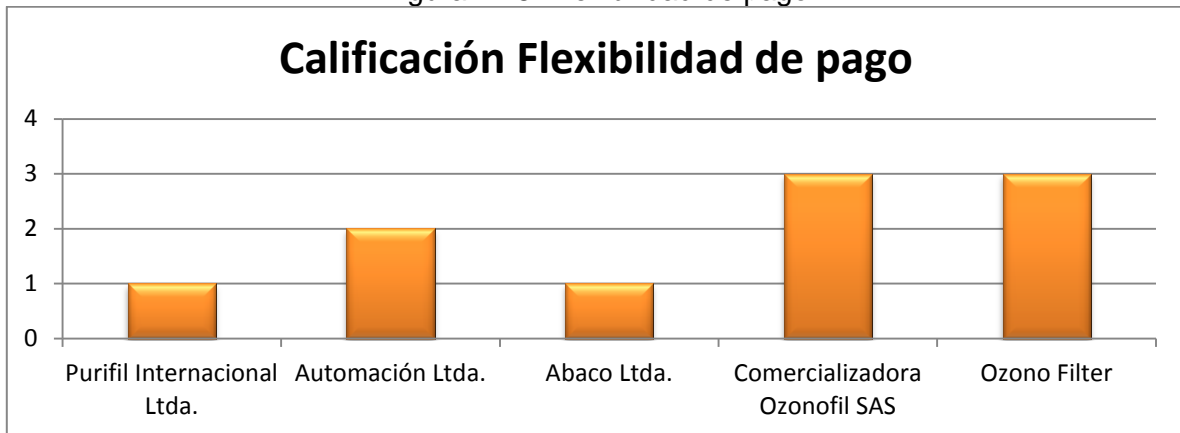
Fuente. Los autores

Figura 2.17. Tiempo de Entrega



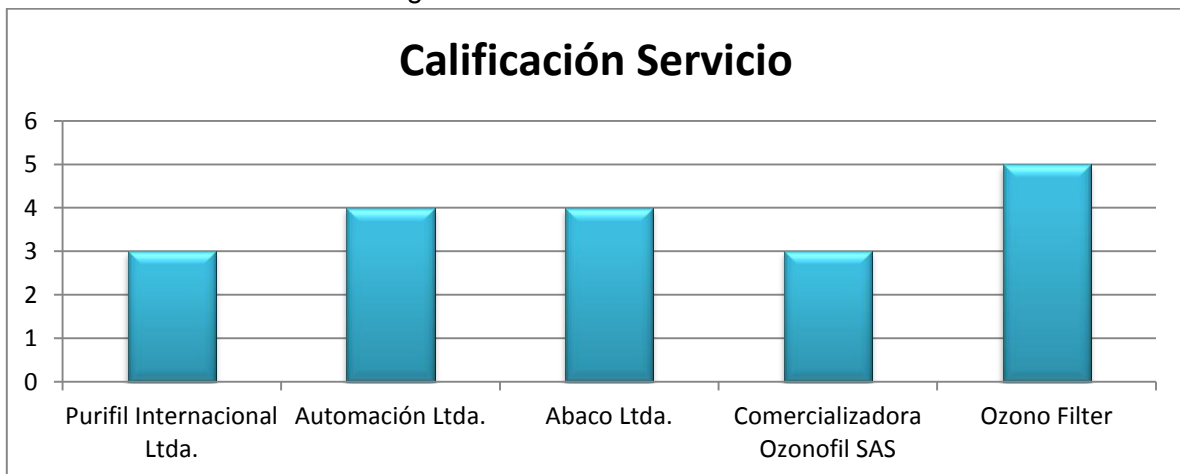
Fuente. Los autores

Figura 2.18. Flexibilidad de pago



Fuente. Los autores

Figura 2.19. Calificación Servicio



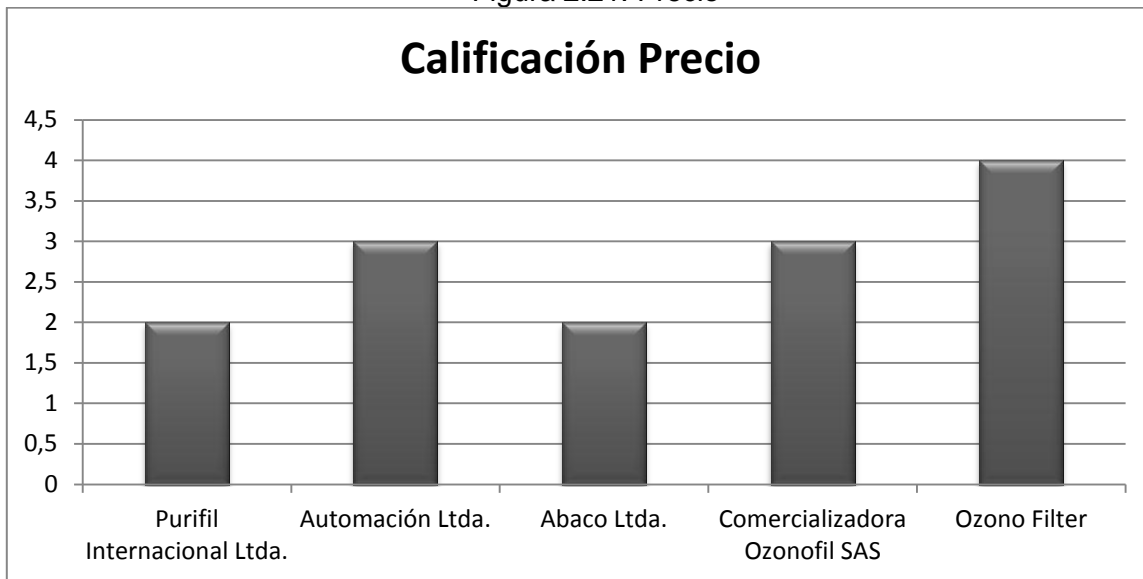
Fuente. Los autores

Figura 2.20. Garantía



Fuente. Los autores

Figura 2.21. Precio

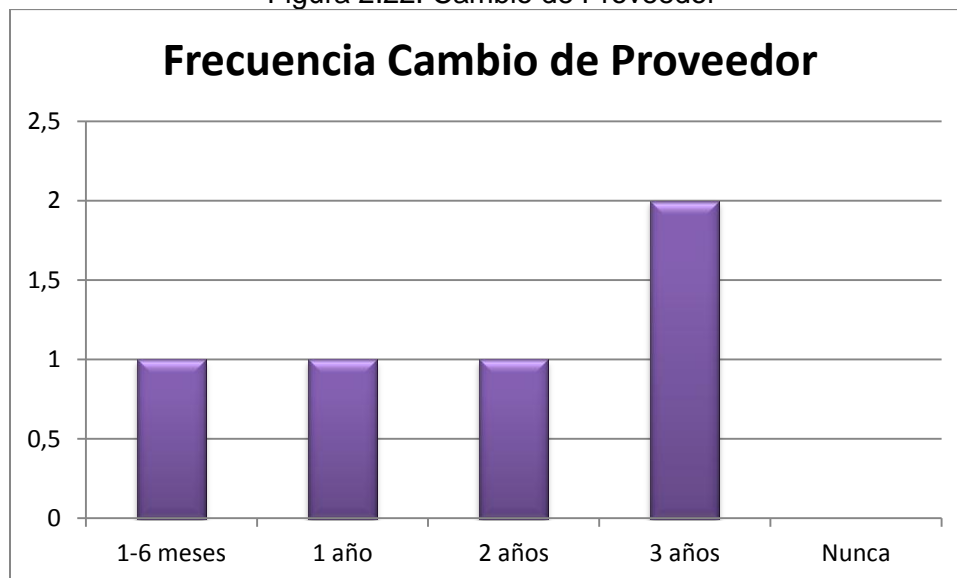


Fuente. Los autores

De acuerdo a los resultados obtenidos, los criterios de calificación de mayor importancia para las empresas en cuanto a sus proveedores son la calidad, tiempo de entrega del carbón y su garantía.

En cuanto a la frecuencia en el cambio de proveedor, dos de las empresas encuestadas coinciden con el tiempo de 3 años, se puede deducir que manejan una buena relación con sus proveedores, ver Figura 2.22.

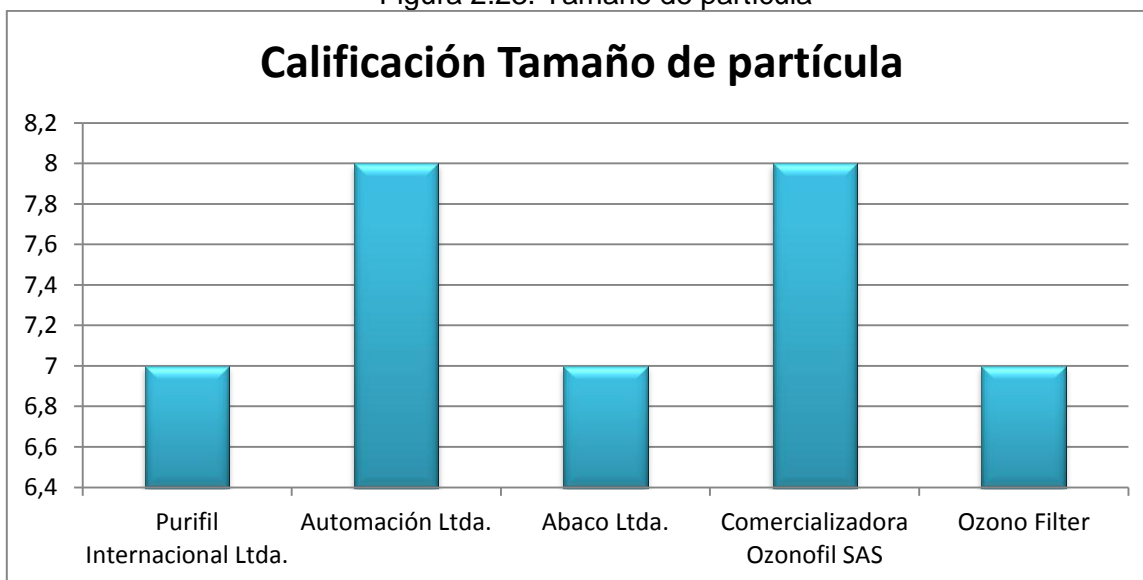
Figura 2.22. Cambio de Proveedor



Fuente. Los autores

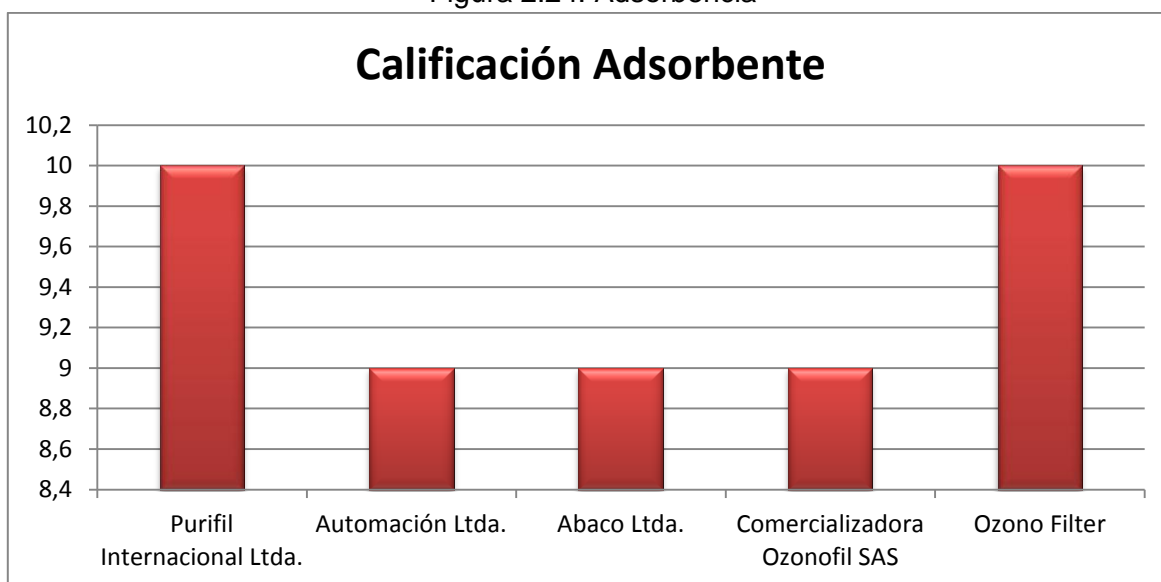
En cuanto al aspecto de la calidad del carbón, se evaluaron aspectos como tamaño de partícula (ver Figura 2.23), humedad (ver Figura 2.24), poder adsorbente (ver Figura 2.25), porosidad (ver Figura 2.26) y dureza (ver Figura 2.27) ya que tienen una importancia relativa para cada empresa encuestada, con una escala de calificación de 1 a 10, donde 1 es el de menor importancia y 10 es el de mayor.

Figura 2.23. Tamaño de partícula



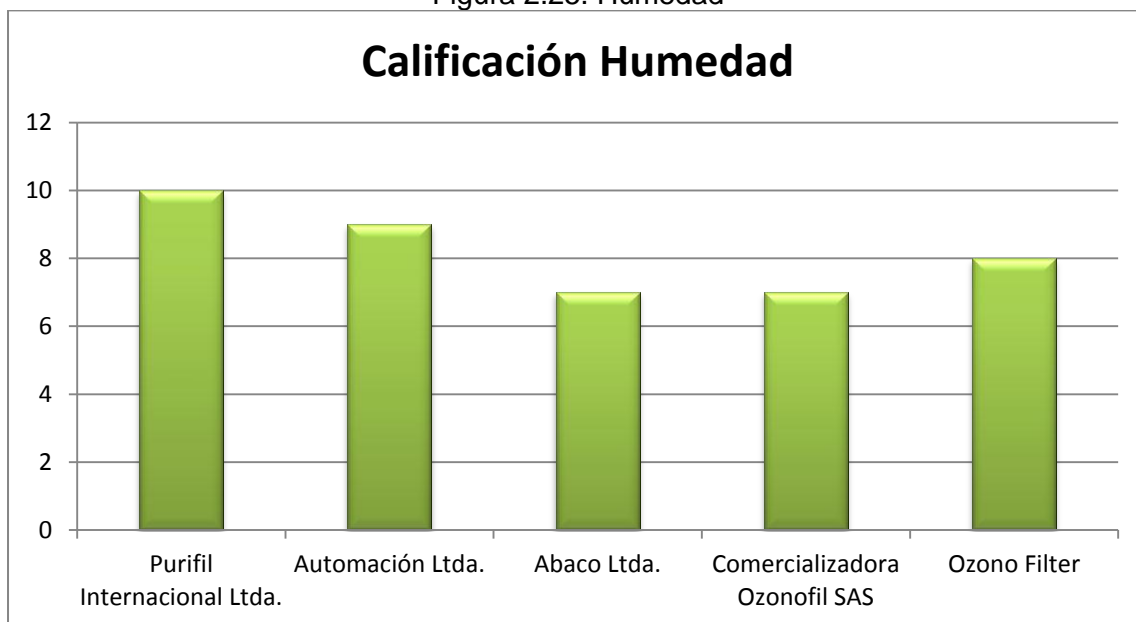
Fuente. Los autores

Figura 2.24. Adsorbencia



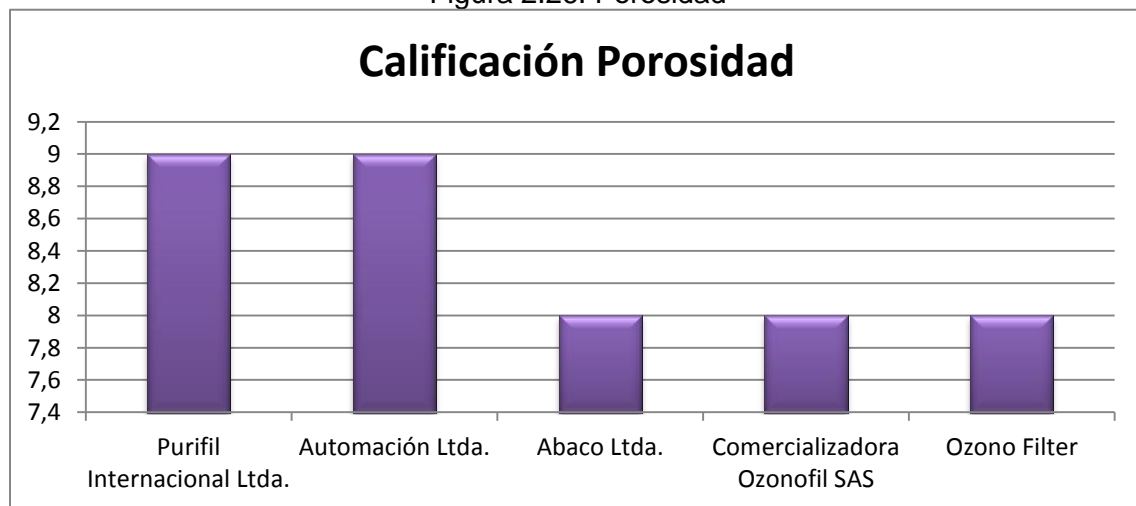
Fuente. Los autores

Figura 2.25. Humedad



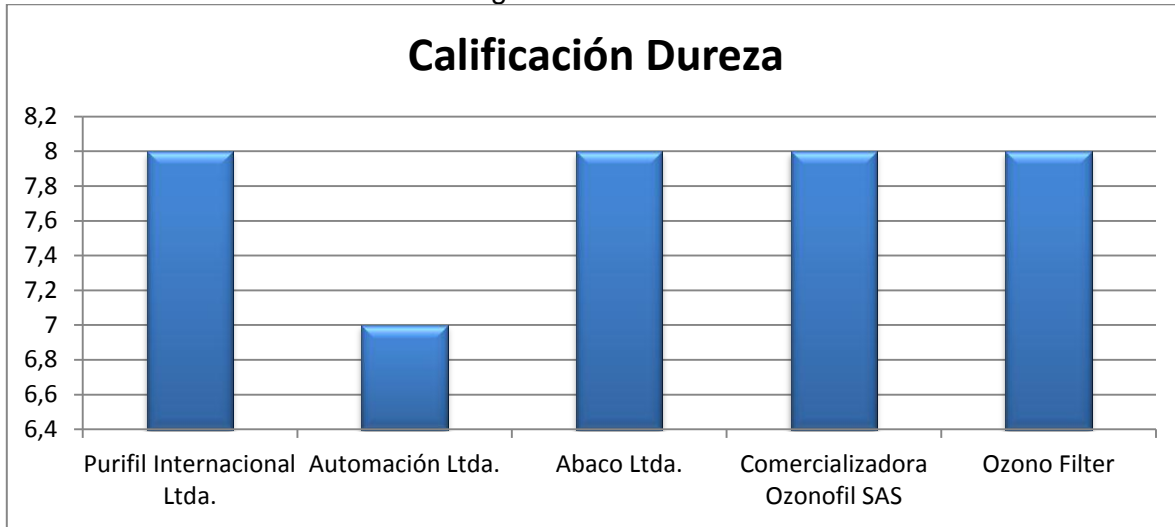
Fuente. Los autores

Figura 2.26. Porosidad



Fuente. Los autores

Figura 2.27. Dureza



Fuente. Los autores

De acuerdo a los resultados los criterios evaluados para la calidad de carbón activado son de gran importancia en la mayoría de las empresas encuestadas, por tal razón se tomarán en cuenta como los requerimientos del cliente para la matriz de planeación del producto del QFD.

2.4 ANALISIS DE LA OFERTA

La oferta es la cantidad de bienes y/o servicios que un cierto número de productores está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado (Parkin, 2009). Revisando los valores de producción del DANE de la Tabla 2.15 se tiene, que se construye la Tabla 2.32.

Tabla 2.32. Análisis de la Oferta

AÑO	PRODUCCIÓN	
	Cantidad	Valor Total*
2004	187,671	544,061
2005	224,963	1,703,026
2006	506,022	2,344,006
2007	523,065	2,691,528
2008	467,432	1,701,452
2009	601,705	2,016,705
2010	1,985,214	6,656,884

* A precio de venta en fábrica sin incluir impuestos indirectos. (-) No existen datos.

Cantidad en kilogramos (kg) y Valor en miles de pesos (\$)

Fuente: DANE

Como se puede ver la producción promedio en este periodo de siete años, es de aproximadamente 650 t anuales.

2.4.1 Productores Nacionales

Actualmente existen varias empresas productoras de carbón activado como Activados de Colombia, Carboquim, Sulfoquímica y otros pequeños productores. A continuación se presenta la Tabla 2.33 en donde se presenta las empresas productoras de carbón activado de origen vegetal.

Tabla 2.33. Productores Nacionales de Carbón Activado de Origen Vegetal

PRODUCTORES NACIONALES DE CARBON ACTIVADO DE ORIGEN VEGETAL			
NOMBRE DE LA EMPRESA	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	CIUDAD	DATOS DE LA EMPRESA
Quimica Activa Ltda.	Carbón activado de origen vegetal, como madera o cáscara de coco entre otros, con el fin de obtener un alto grado de porosidad y una importante superficie intraparticular.	Itagüí, Antioquia	Cr. 50 N° 40-32
Alfa Productos Químicos, S.L.	Carbón activado vegetal con una superficie específica (alrededor de 500 a 1500 m ² por gramo,) con una infinita cantidad de poros muy finos que son los que retienen (adsorben) ciertos compuestos no deseados.	Bogotá, Cundinamarca	Dg. 61 N° 89A-65
Conquimica S.A	Carbón activado que se ha sometido, a reacción con gases oxidantes (como CO ₂ o aire), o con vapor de agua; o bien a un tratamiento con adición de productos químicos como el H ₃ PO ₄ , durante (o después) de un proceso de carbonización, con el objeto de aumentar su porosidad.	Bogotá, Cundinamarca	Av. Dorado 96J 03
Antracitas De Cundinamarca	Antracita, Arenas, Carbón activado, Carbón para fundición. Exportadores de carbón.	Bogotá y Arauca	Cr. 27 B 53A-37 Oficina 301 Tel: 2549191
Indrustrias Parber Ltda.	Carbón activado vegetal	Bucaramanga y Santander	Carrera 11 15-60 Cel:3133957437
Distribuidora de Químicos Industriales S.A	CAG vegetal desde Cuesco de Palma Africana	Medellín	Cr. 50C No. 10 S-18 Tel. 3610711
Protoquímica S.A.S.	CAG vegetal a partir de la de madera de reforestación	Medellín	Cr. 52 No. 6 Sur-35 Tel. 4448787 www.protoquimica.com

			com
Carbon Colombia	Producción y comercialización de carbón vegetal proveniente de madera duras.	Barranquilla	Carrera 43 62-24 Fijo: 3690909
Ci Daniexport & Cia. Ltda.	Producción, comercialización y exportación de carbón vegetal.	Barranquilla	María José Llano Arango Nit 8300302786-6 Carrera 73 76 81 Oficina 3C-03 Tel (575) 3601815
Biocharcoal S.A	Producción, comercialización y venta de combustibles sólidos y líquidos, carbón activado, carbón vegetal y todos sus productos afines.	Atlántico, Barranquilla	Ricardo López Guevara. Teléfonos 0095 3198471
Grupo Empresarial Sierra Nevada De Santa Marta S.A.S.	Son proveedores de toda clase de productos aceite de palma, madera, carbón vegetal entre otros.	Magdalena, Santa marta	Calle 15 6 48 Teléfonos 4315618- 3114276038
Ciunasur	Los productos que ofrece son: Carbón vegetal, leña para hornos y palma amarga.		
Advice	Los productos que ofrece son: Carbón vegetal, café en grano y café verde.	Bogotá	Carrera 100 22H 40
Mcm Sellers Company Ltda.	Proveedores de Carbón bituminoso, carbón de origen vegetal y mineral entre otros.	Barranquilla	Via 40 73-290 Oficina 601 telefonos 3680700 3680822

Fuente: Adaptado por lo autores

2.4.2 Evolución del mercado

Se estima que el mercado de este tipo de carbón activado tenderá a evolucionar positivamente a medida que las empresas tomen conciencia de los problemas ambientales que se viven a nivel mundial y al aprovechamiento del cuesco, subproducto obtenido al extraer el aceite de la palma africana.

2.4.2.1 Estimación de la Oferta actual

No es posible hacer una estimación cuantitativa del carbón activado de origen vegetal a partir de cuesco de palma africana por ser un producto proveniente de diversos precursores. Se sabe que en el mercado predomina el carbón de origen mineral, y que el vegetal apenas está comenzando a entrar. Sin embargo, se estima que 80% de cuesco de la palma africana se destinaría para la obtención del carbón activado, ya que el 20% se usa para otros fines. De acuerdo a la Tabla 2.10, y suponiendo que se utilizara el 80% de todo el CPA generado se puede

vislumbrar la cantidad de cuesco para disponible para carbón activado y con ello la cantidad de producto, que como se indicará en el Capítulo 3, corresponde aproximadamente a la séptima parte en masa del cuesco alimentado.

Tabla 2.34. Calculo del Carbón producido con CPA

PRODUCTO	AÑO				
	2007	2008	2009	2010	2011
Cuesco de Palma Africana disponible, t	7468.08	7867.552	7890.872	7661.72	9383.00
Carbón Activado de CPA , t	1066.87	1123.94	1127.27	1094.53	1340.43

Fuente: Los autores

Y de acuerdo a las proyecciones realizadas de cuesco de palma de la Tabla 2.11 se generan pronósticos para todo el carbón activado que se podría producir a partir de CPA:

Tabla 2.35. Proyecciones de carbón activado de CPA

PRODUCTO	AÑO				
	2013	2014	2015	2016	2017
Cuesco de Palma Africana disponible, t	10336.46	11893.20	13790.59	16028.39	18606.38
Carbón Activado de CPA , t	1476.64	1699.03	1970.08	2289.77	2658.05

Fuente: Los autores

2.4.3 Competencia

2.4.3.1 Nivel de Calidad de los Productos de la Competencia

La calidad del carbón activado es similar al que se producirá en la planta piloto, independiente de la procedencia, sin embargo se aprecia que empresas consumidoras consumen preferentemente el carbón activado de otros países. Dentro de los productores de carbón vegetal en Colombia se eligen tres carbones, que se presentan a continuación; en el Anexo 1-16 está la ficha técnicas del CA granulado cáscara de coco elaborado por Sulfoquímica, en el Anexo 2-2 la de CA Aquakoal K-70 de CPA fabricado por la Distribuidora de Químicos Industriales S.A. (Medellín), en Anexo 2-3 un CA a partir de madera de reforestación y activado con vapor de agua producido por Protoquímica Ltda. De estos tres uno de ellos se escoge la marca Aquakoal-K70 para incluir en el QFP (Capítulo 4), ya que:

- Posee la ficha técnica más completa, con más especificaciones y detalles.
- Está elaborado desde Cuesco de Palma Africana, que es el criterio directo para validar lo definido en este proyecto.

2.4.3.2 Competencia Indirecta (Producto sustituto), que me desplaza.

La idea es ganar terreno dentro del mercado del carbón activado de origen mineral, por lo que buscaríamos el desplazamiento. También el granular puede desplazar al carbón en polvo en cuanto a algunas aplicaciones en tratamiento de aguas.

2.4.3.3 Selección de Competidores Directos

Para la realización del QFD se requiere comparar frente a competidores directos para lo cual se seleccionaran los dos que se consideren más fuertes, realizando una calificación ponderada de ítems:

- A. Información disponible (ficha técnica y nivel de especificación),
- B. Tipo de carbón (vegetal o mineral; granulado o polvo; CPA, madera o coco)
- C. Reconocimiento en el mercado
- D. Precios
- E. Uso por Filter Ware (Experiencia en el empleo y pruebas del capítulo 1),
- F. Empresa (pyme o micro, natural o jurídica, comercializadora o productora).
- G. Contacto (página, web, comunicación y disponibilidad de la información).
- H. Localización y origen (local, regional o nacional, nacional o importado).

Tabla 2.36. Calificación de la competencia.

COMPETENCIA	A (20%)	B (10%)	C (10%)	D (5%)	E (15%)	F (10%)	G (15%)	H (15%)	TOTAL
Disproalquímicos S.A.	10	10	7	3	4	10	15	10	69
Empresa: Quimi Esencias.	15	5	7	5	4	6	10	10	62
Químicos GAC CARBOACTIV	12	0	8	3	6	8	10	10	57
Cuesco de Coco Sulfoquímica S.A	18	5	8	5	10	10	10	5	71
Biocidas y	20	0	10	2	15	10	15	15	87

Químicos Ltda. HYDRAFFIN 30 N									
Industrias Parber Ltda.	0	5	5	4	4	8	8	4	38
Alfa Productos Químicos, S.A.S	0	5	5	4	3	6	8	10	41
Distribuidora de Químicos Industriales S.A	20	10	6	4	4	10	15	5	74
Protoquímica S.A.S.	12	5	6	4	2	6	15	5	55
Biocharcoal S.A	0	5	3	3	2	10	12	3	38
Química Activa Ltda.	0	5	5	3	2	7	11	5	38
Antrancitas de Cundinamarca	0	5	7	5	9	6	10	5	47
Conquímica S.A	0	5	5	5	0	10	10	10	45

Fuente: Los Autores

Entonces se seleccionan para el QFD los carbones comercializados por Biocidas y por la Distribuidora de Químicos Industriales S.A.

2.4.4 Producción Estimada

Actualmente el consumo propio de Filter Ware es de aproximadamente media tonelada mensual, es decir 6 t anuales; el plan de expansión y la venta de carbón se proyecta iniciar con 3 t mensuales y llegar a 30 t mensuales. La siguiente Tabla 2.36 muestra el consumo de carbón para el año 2012, sin incluir el mes de diciembre:

Tabla 2.36. Carbón Consumido por la Empresa

MES	CONSUMO, kg
Enero	558.04
Febrero	580.86
Marzo	975.05

Abril	166.00
Mayo	922.15
Junio	209.00
Julio	161.92
Agosto	563.30
Septiembre	351.00
Octubre	714.45
Noviembre	453.80
TOTAL	5,655.57
Promedio	514.14

Fuente: Sw. Mekano E.R.P (Apolo Ingeniería)

Las proyecciones para la demanda indican aproximadamente un consumo de 800t anuales de carbón activado vegetal, del cual aproximadamente el 45% corresponde a granular, lo que equivale a 360 t anuales, tanto para el consumo interno de la propia empresa y la venta al resto del producto a los potenciales clientes.

Con base a los antecedentes anteriores y a la capacidad de la planta definida, se estima producir de acuerdo al plan de producción anual propuesto durante el desarrollo de la vida útil del proyecto que será demostrado en la Tabla 2.37.

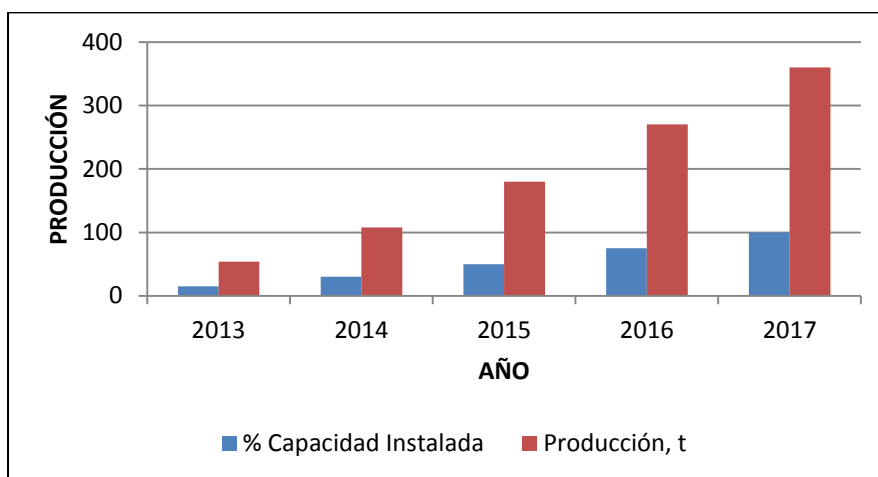
Tabla 2.37. Variación de la producción planificada

Año	% Capacidad Instalada	Producción, t
2013	15	54
2014	30	108
2015	50	180
2016	75	270
2017	100	360

Fuente: Los autores

Los anteriores datos se grafican para generar la Figura 2.28.

Figura 2.28. Variación de la producción planificada



Fuente: Los autores

2.5 PRECIOS

El precio unitario de venta del carbón se da generalmente por kilogramos, bultos (25 kilogramos cada uno), o toneladas (1000 kg o 40 bultos cada una). De acuerdo a las propiedades concernientes a la calidad, como la porosidad, lo que se puede traducir con el nivel de activación (Área superficial entre 600 y 1500 m²/g), con la resistencia a la atrición (proceso de resquebrajamiento de partículas como consecuencia del contacto o choque entre ellas) y a la tensión; además si es activado químicamente también con el agente químico que se ha usado para mejorar la adsorción selectiva.

2.5.1 Comportamiento del Precio

También se puede observar que el precio depende de la presentación del carbón ya que por ejemplo en el año 2004 el precio de venta promedio aproximado para los carbones granulares o pelletizado, estaba entre los US\$ 1.500 y \$ 4.000 por tonelada, es decir entre \$ 3.950 y \$ 10.500 el kilogramo, mientras que los carbones en polvo el kilogramo estaba entre \$ 1.300 y \$ 3.200, observando que el precio del granular es más del triple del carbón activado en polvo. Para esta época los valores para el precio unitario de venta manejado por comerciantes colombianos como se muestra a continuación (Castañeda Espinosa & Corredor Tiria, 2004):

- Analítica Ltda. \$5600 /g.
- Asequímicos \$4600 / Kg.

- Carbones de Cundinamarca \$4300 / Kg.

De acuerdo al lugar de fabricación el precio también tiende a variar, tal es caso que más recientemente, año 2010, en el país el valor de un kilogramo de carbón activado oscilaba entre medio y tres dólares; el más barato de estos, es decir \$ 950 por kg, corresponde al de origen chino muy demandado para aplicaciones corrientes, mientras que el más costoso, \$ 5.670 el kg, es el alemán más usado en aplicaciones especiales (Gómez, Klose, & Rincón, 2010).

Actualmente los precios a los que Filter Ware Ltda, adquiere el carbón activado en el mercado, sin IVA (aplica el 16%), son los siguientes:

- Su proveedor de carbón activado de origen alemán (Hidraffin 30N) es Biocidas y Químicos Ltda., quien lo vende a \$ 5.850, sin IVA.
- Mientras que esporádicamente cuando hay un consumo de carbón nacional su proveedor es Carbones y Antracitas de Cundinamarca, quien provee carbón activado de cáscara de coco a un valor de \$ 95.000 el bulto, lo que significa un precio de \$ 3.800 cada kg, sin IVA.

2.5.2 Precio en Comercio Internacional

Tomando los valores del FOB (en US\$) de los movimientos de exportaciones e importaciones, se divide entre las cantidades en kg para determinar el precio unitario, que se reporta en la siguiente Tabla 2.32.

Tabla 2.32. Precios FOB para Exportaciones e Importaciones

AÑO	FOB (US\$/kg)	
	EXPORTACIONES	IMPORTACIONES
2000	10.62	1.15
2001	0.69	1.14
2002	0.64	1.15
2003	0.72	1.14
2004	1.42	1.16
2005	1.57	1.15
2006	1.36	1.52

2007	1.46	1.48
2008	1.39	1.74
2009	0.48	2.46
2010	1.00	2.28
2011	1.26	2.30

Fuente: Los Autores

A pesar del dato anómalo del año 2000, se observa que el valor del FOB en las importaciones es casi siempre mayor al de exportaciones (salvo los años 2004 y 2005), en promedio en estos años en un 74%.

2.5.3 Precios Internos

Así como de la producción y consumo nacional se observan los siguientes valores anualmente:

Tabla 2.32. Precios internos

AÑO	VALOR EN \$/kg				
	PRODUCCION	VENTAS	CONSUMO	COMPRAS	
				INTERIOR	EXTERIOR
2000	(-)	(-)	2,654.84	1,831.39	(-)
2001	(-)	(-)	3,168.30	2,588.22	(-)
2002	(-)	(-)	3,778.53	3,693.86	(-)
2003	(-)	(-)	3,798.82	4,226.34	(-)
2004	2,899.01	2,899.01	3,778.22	3,806.86	(-)
2005	7,570.25	7,291.00	3,176.84	3,382.62	2,431.68
2006	4,632.22	4,748.32	3,076.84	3,304.40	1,907.51
2007	5,145.69	5,163.51	3,607.67	3,840.43	2,167.44
2008	3,640.00	3,640.00	5,251.92	6,121.86	4,590.46
2009	3,351.65	3,352.00	5,827.66	5,792.71	3,317.89
2010	3,353.23	3,353.35	6,423.70	5,269.96	2,100.12

Fuente: Los autores

2.5.4 Proyección de Precios

A partir de los datos anteriores y con base en los pronósticos del IPC de la Tabla 2.21 se realiza la proyección del valor de producción y el precio de consumo por cada kg hasta el año 2017.

Para la producción, los precios esperados se exponen en la Tabla 2.33.

Tabla 2.33. Pronósticos precios esperados de producción

AÑO	Pesimista		Mas probable		Optimista		Esperado
	\$/kg	IPC	\$/kg	IPC	\$/kg	IPC	\$/kg
2010	3,353.35	Base	3,353.35	Base	3,353.35	Base	Base
2011	3,462.67	3.26	3,455.29	3.04	3,453.95	3.00	3456.30
2012	3,597.71	3.90	3,565.52	3.19	3,560.68	3.09	3570.08
2013	3,734.43	3.80	3,690.31	3.50	3,676.04	3.24	3695.29
2014	3,872.60	3.70	3,808.40	3.20	3,789.63	3.09	3815.97
2015	4,008.14	3.50	3,922.65	3.00	3,901.43	2.95	3933.36
2016	4,148.43	3.50	4,040.33	3.00	4,011.45	2.82	4053.53
2017	4,293.62	3.50	4,161.54	3.00	4,119.76	2.70	4176.59

Fuente: Los autores

Mientras que para consumo, los precios se reportan en la Tabla 2.34.

Tabla 2.34. Pronósticos para precios esperados de consumo

AÑO	Pesimista		Mas probable		Optimista		Esperado
	\$/kg	IPC	\$/kg	IPC	\$/kg	IPC	\$/kg
2010	5,269.96	Base	5,269.96	Base	5,269.96	Base	Base
2011	5,441.76	3.26	5,430.17	3.04	5,428.06	3.00	5431.75
2012	5,653.99	3.90	5,603.39	3.19	5,595.79	3.09	5610.56
2013	5,868.84	3.80	5,799.51	3.50	5,777.09	3.24	5807.33
2014	6,085.99	3.70	5,985.09	3.20	5,955.60	3.09	5996.99
2015	6,299.00	3.50	6,164.64	3.00	6,131.29	2.95	6181.48
2016	6,519.46	3.50	6,349.58	3.00	6,304.19	2.82	6370.33
2017	6,747.64	3.50	6,540.07	3.00	6,474.41	2.70	6563.72

Fuente: Los Autores

2.5.5 Precio del Producto

El precio de venta del producto se propone inicialmente como límite de por lo menos de \$ 3.800 + IVA (del 16%) por kg, precio que es menor en un 35% al del producto importado, con lo que se logrará un reemplazo rápido de los productos, que tienen especificaciones similares. Además este precio es fijado para competir con el carbón nacional que en promedio está entre los \$ 3.600 y \$ 3.800 cada kilogramo.

2.6 MERCADO EXTERNO

La demanda es suplida principalmente por importación de carbones activados, principalmente de México, Brasil y Estados Unidos. También se importa carbón activado, aunque en menor cantidad, de Reino Unido, El Salvador, Alemania, Canadá, Ecuador, Venezuela y China. El producto actualmente importado por la empresa de origen mineral proviene de Alemania. El objetivo es procesar carbones activados de excelente calidad y adecuado precio que puedan lograr sustituciones de importaciones, buscando mercados externos, exportando inicialmente a los países del Área Andina. El potencial mercado externo estaría dado por las series temporales de exportaciones e importaciones las cuales fueron tratadas en la Tabla 2.20 donde se observa un creciente aumento de las importaciones y un comportamiento cuasi estable de las exportaciones (que generalmente es varias veces menor al volumen de importaciones), cuyos países de destino son principalmente los países vecinos, lo cual es una oportunidad para aprovechar las políticas regionales de integración económica como el ALBA y el Mercosur.

2.7 COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

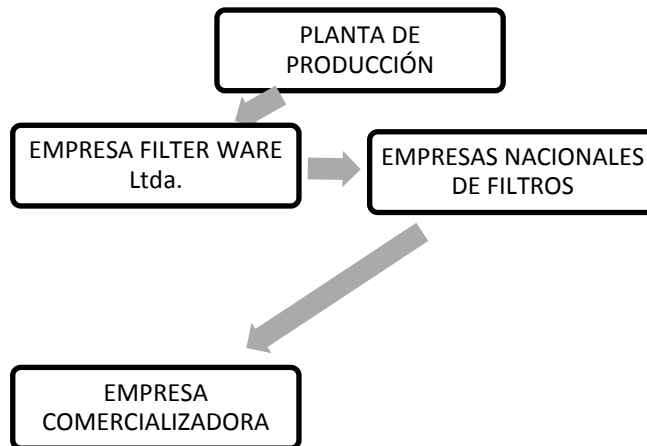
Dado que el carbón activado es un producto adicional para la empresa Filter Ware Ltda., se consideran dos estrategias básicas para posicionarlo en el mercado:

- Línea de comercialización rápida y eficiente.
- Fuerte estrategia de Marketing
- Estrategia de Servicio

2.7.1 Línea de Comercialización

El sistema de comercialización se presenta en el esquema mostrado en la figura 2.29.

Figura 2.29. Esquema de comercialización



Fuente: Los Autores

2.7.2 Marketing y Publicidad

- Crear una marca de carbón Filter Ware debidamente protegida y registrada ante la superintendencia de industria y comercio SIC.
- Ya que es un producto especializado la mejor forma de promoción inicial es a través de un equipo de ventas pueda educar a la empresa consumidora.
- Desarrollar estrategias enfocadas a posicionar el producto en el mercado y publicitar sus atributos, para ello es necesario incluir en la página web una unidad de negocio, con contenido relevante al carbón activado.
- Implementar una página de captura de datos o Landing page, para construir una base de datos de clientes potenciales.
- Aplicación de la estrategia de emailing, para envío de información relevante o boletines sobre el mercado del carbón activado.
- Desarrollar posicionamiento con palabras claves estrategia SEO a través de la página Web.
- Aplicar estrategia de posicionamiento con anuncios en Google.com.
- Se debe desarrollar una estrategia operativa no virtual de contacto con clientes de forma tal de captar clientes rápidamente y desarrollar un vínculo con éstos a través del tiempo enviando muestras y ampliando la información del producto.

- Participación anual en ferias del sector del carbón, maquinaria o equipos relacionados con la purificación del agua.
- Desarrollo de material impreso como portafolio, tarjetas de presentación, material digital, para presentación con los clientes potenciales.

2.7.3 Estrategias de Servicio

- Atención y servicio al cliente por vía telefónica nacional.
- Servicio de chat para preguntas en la pagina web.
- Servicio de respuesta a preguntas frecuentes.
- Soporte vía Skype para toma de pedidos, solicitudes, quejas y reclamos.
- Visitas técnicas para hacer seguimiento a la calidad del carbón.
- Implementación del Sugar CRM con licencia gratuita, para la gestión de los clientes.

2.8 DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO

El producto será distribuido desde la planta de producción, ubicada en Puerto López como se indica en el Capítulo 3 a través de las siguientes vías:

- Mercado interno: La distribución dentro del país sería vía camiones.
- Mercado externo: Vía camiones hasta el puerto de embarque y en barco hasta el lugar de destino.

En conclusión, el estudio de mercado muestra que la demanda de carbón activado es de alrededor de las 750 t mensuales, que alrededor del 45% corresponde a carbón activado granular, con base en lo anterior se ha trazado un plan de producción planificada para alcanzar en el año 2017 una producción de 360 t para lograr el 100% de la capacidad instalada. El precio de venta propuesto por cada kg de carbón es de lo por menos \$ 3.800 para poder competir con el carbón nacional. Con base en el plan de producción anual planificada se determinan los volúmenes de producción que se utilizarán en el siguiente capítulo para el diseño de planta.

Si se logra un posicionamiento en el mercado produciendo un carbón con excelente calidad tal que se superen las debilidades del producto nacional, queda abierta la posibilidad de lograr un desplazamiento en las importaciones, ya que la demanda es suplida principalmente por estos movimientos; lo anterior se verifica

en la opinión de los potenciales consumidores que expresaron su interés en consumir un producto nacional de buenas características.

El estudio de la oferta permitió identificar los posibles competidores, que fueron calificados para seleccionar aquellos que pueden llevar a que Filter Ware fabrique carbones activados de altísimo nivel como se mostrará en el QFD del Capítulo 4.

3. ESTUDIO TÉCNICO

Es este capítulo se diseñará tanto el producto como el proceso, es decir el carbón activado de origen vegetal para su utilización dentro de los equipos de tratamiento portátiles (ozonizadores) para agua potable que comercializa. Se presentaran las generalidades sobre el producto para tener una idea más clara de lo que es el carbón activado, sus propiedades características, y sus distintas maneras de obtención y posteriormente tomar decisiones respecto a estas y de esta forma determinar el modo más adecuado para los intereses de Filter Wire Ltda. De esta manera se verificará la posibilidad técnica de la producción de Carbón Activado a partir de Cuesco de Palma Africana, analizando dentro de los procesos existentes, los factores más relevantes que permitan decidir que tecnología es la más viable para implementar.

Este estudio se ha realizado tomando como base a las importaciones del carbón activado y a las empresas nacionales que las producen. En lo referente a las exportaciones se supone que por el precio y por el cumplimiento de requerimientos del carbón activado, se podría reemplazar el proveedor existente.

Existen dos rutas básicas para la producción de carbón activado: la activación física o térmica, y la activación química. La primera usa gases de reacción para el carbono y se realiza en dos etapas en serie, a saber la carbonización de la materia prima en una atmósfera inerte para luego continuar con la gasificación parcial del carbonizado; etapas que se realizan casi siempre en reactores del mismo tipo, como por ejemplo hornos rotatorio (primera etapa) y/o hornos verticales de múltiples etapas (segunda etapa); además de ser necesario se hace un secado a la materia prima previamente a la carbonización. Los gases activadores usualmente más utilizados son dióxido de carbono y vapor de agua, siendo el último el más preferido por su abundancia y mejores condiciones de reactividad con los carbonizados, ya que estudios indican que el vapor de agua tiene el cuádruple de reactividad que el CO_2 . El agua además presenta un bajo costo y una sencilla dosificación. En algunos casos a nivel de laboratorio también se ha usado como gas activador, oxígeno.

La materia prima tiene un pretratamiento en el cual se incluyen todas o algunas de las siguientes operaciones: reducción de tamaño (molienda), selección por tamaño (tamizado), oxidación, formación de peletizados (extrusión) y secado. De esta manera se analizará también el tamaño y localización de la planta, la descripción del proceso productivo, la selección de equipos y la organización más eficiente con base en el estudio de mercado realizado.

3.1 CARBON ACTIVADO

El carbón activado es un producto de estructura cristalina reticular similar a la del grafito; es extremadamente poroso y puede llegar a desarrollar áreas superficiales del orden de $1,500 \text{ m}^2/\text{g}$ de carbón.

Aunque el carbón activado puede fabricarse a partir de un sin número de materiales carbonosos, únicamente se utilizan unos cuantos a nivel comercial, debido a que influye factores como su disponibilidad, bajo costo y a que los productos obtenidos a partir de ellos tienen las propiedades que cubren toda la gama de aplicaciones que el carbón activado puede tener.

Este tipo de carbón se obtiene calentando el material carbonoso o precursor al rojo vivo para expulsar los hidrocarburos, pero sin aire suficiente para mantener la combustión.

Posteriormente y con el objeto de activar el carbón formado se expone este a un gas oxidante a altas temperaturas, este gas en el carbón natural favorece la aparición de superficies internas y la multiplicación del área superficial creando una estructura porosa, en donde éste logra multiplicar de 200 a 300 veces la superficie comparado con el área obtenida de 3 a 4 m^2 si se realizara molienda. Esta técnica es empleada también para la remoción de impurezas orgánicas que causan olor, color o sabor desagradable ya que es sencilla de realizar y por su economía.

Las propiedades superficiales que se obtienen como resultado dependen del material inicialmente empleado y del proceso exacto de elaboración, de modo que las variaciones posibles son muchas. El tipo de material base con el que se produce el carbón activado también puede afectar al tamaño de los poros y a las características de regeneración del carbón activado.

Después del proceso de activación, el carbón se puede separar o dividir en diferentes tamaños con diferentes capacidades de adsorción. Los dos tipos de clasificación son: carbón activado en polvo y granular.

3.2 TECNOLOGÍAS

3.2.1 Tecnologías existentes

El carbón activado se puede producir a partir de cualquier material que contenga carbono, para obtenerlo existen dos procesos la activación química y la activación física.

3.2.1.1 Carbonización

La carbonización es un proceso que consiste en el incremento de aromaticidad y de eventual polimerización del material a temperaturas menores de 1000°C en ausencia de oxígeno, involucra la descomposición térmica del material que elimina las especies no carbonadas y produce una masa de carbono fijo con una estructura de poro elemental.

El proceso de carbonización se realiza en cualquier tipo de horno, durante éste se debe controlar las variables de velocidad de calentamiento, la temperatura final, la naturaleza y el estado del material y el tiempo de residencia a la temperatura de carbonización. Estas condiciones afectan directamente la estructura de porosidad del carbón y su proceso de producción.

Durante la carbonización del cuesco de palma africana se puede presentar tres etapas (RODRÍGUEZ, 1998):

- Hasta una temperatura de 200°C corresponde al secado del material.
- Temperatura entre los 200-500 °C hay presencia de pérdida importante de peso debido a la eliminación de material volátil como hidrocarburos ligeros aldehídos, alquitranes y agua.
- Temperaturas mayores de 500°C se produce básicamente la restructuración del material.

El resultado de la carbonización son cristales elementales de grafito y capas desordenadas de compuestos aromáticos, como consecuencia quedan espacios intersticiales libres en los cuales se acumulan alquitranes y carbono desordenado impidiendo que la adsorción sea alta.

3.2.1.2 Activación

Este proceso consiste en transformar el carbonizado en un material altamente absorbente debido al incremento de su porosidad interna y al ensanchamiento de ésta.

En una etapa inicial de microporosidad del carbonizado es atacada por el agente activante, reaccionando éste con los átomos de carbono reactivos localizados en los bordes de las lamelas aromáticas, generando reacciones de gasificación. A medida que la reacción transcurre estos parámetros siguen en aumento hasta un punto en que según la estructura de los poros del carbonizado, las paredes de éstos se hacen cada vez más delgadas hasta desaparecer, ocurriendo así lo que se conoce como coalescencia de poros, y la disminución de volumen de poro. Esto da como resultado una disminución en su área superficial interna. (BANSAL, 1988)

Los métodos para la activación de Carbón se puede clasificar en dos categorías denominadas como activación física o térmica (utilizando gases) y activación química (utilizando reactivos sólidos o en disolución).

- Activación Química

El mecanismo de activación química consiste en que durante la impregnación del material con el agente químico (H_2SO_4 , H_3PO_4 y ZnCl_2) alcanza el interior de la partícula del precursor y produce la deshidratación del material manifestada con la pérdida de peso, la salida de material volátil, el debilitamiento de la estructura, el incremento de elasticidad e hinchamiento de la partícula.

La mezcla se seca y posteriormente se petroliza a temperaturas entre 400°C a 700°C , durante este proceso hay una degradación del material celulósico producto de la carbonización y aromatización del esqueleto carbonado dando origen a la estructura porosa. Luego el producto se lava rigurosamente para eliminar el agente activante, éste en escala industrial es recuperado. (Ver figura 3.1)

Figura 3.1 Método de Activación Química



Fuente: www.ecured.com

Al realizar este tipo de activación no se requiere de carbonización previa del material de partida, las temperaturas del proceso son bajas y hay un buen desarrollo de la estructura porosa.

• **Activación química con H_3PO_4**

Para esta activación implica las realizar las siguientes etapas:

- Molienda y clasificación del cuesco de palma.
- Mezclar el precursor con H_3PO_4 (reciclado y fresco)
- Tratamiento térmico en atmósfera inerte entre $100^{\circ}C$ a $200^{\circ}C$ manteniendo la temperatura por un tiempo aproximado de 1h.
- Posteriormente se realiza un nuevo tratamiento térmico entre $400-500^{\circ}C$ por una 1 h más.
- Lavado, secado y clasificación del carbón activado y reciclado de H_3PO_4 .

• **Activación química con KOH**

Esta activación consiste en mezclar el KOH con el precursor, en una suspensión acuosa o mediante una mezcla física en proporciones de 2:1 y 4:1. Cuando la impregnación tiene lugar en medio acuoso, la activación se lleva a cabo en dos tratamiento térmicos consecutivos en temperatura inerte, el primero a temperatura

superior a los 200°C para evaporar el agua y dispersar el KOH y el segundo entre 700-900°C.

Los precursores para la activación con KOH deben ser de bajo contenido en volátiles y alto contenido de carbono como los carbones minerales de alto rango, coque de petróleo, carbonizados, entre otros.

. Activación química con ZnCl_2

Fue el método más utilizado hasta 1970, especialmente para los residuos de madera. Actualmente, se ha restringido su uso debido a los problemas medioambientales que genera, sin embargo en países como China se continúa su uso para la obtención de carbón activado.

Sin embargo, este tipo de activación presenta como desventajas, la utilización de equipos costosos porque los materiales en los que están fabricados deben ser resistentes a la acción del agente activante y el lavado riguroso del carbón activado interfiera en el proceso en el cual se aplique, específicamente en la industria alimentaria.

- Activación Física

El proceso de activación física o térmica, consiste en carbonizar la materia prima llegando al rojo vivo para expulsar los hidrocarburos, pero sin el suficiente aire para llegar a la combustión, obteniéndose así un carbón primario. Posteriormente se expone éste a un agente oxidante, como CO_2 , vapor de agua, aire o una combinación de estos.

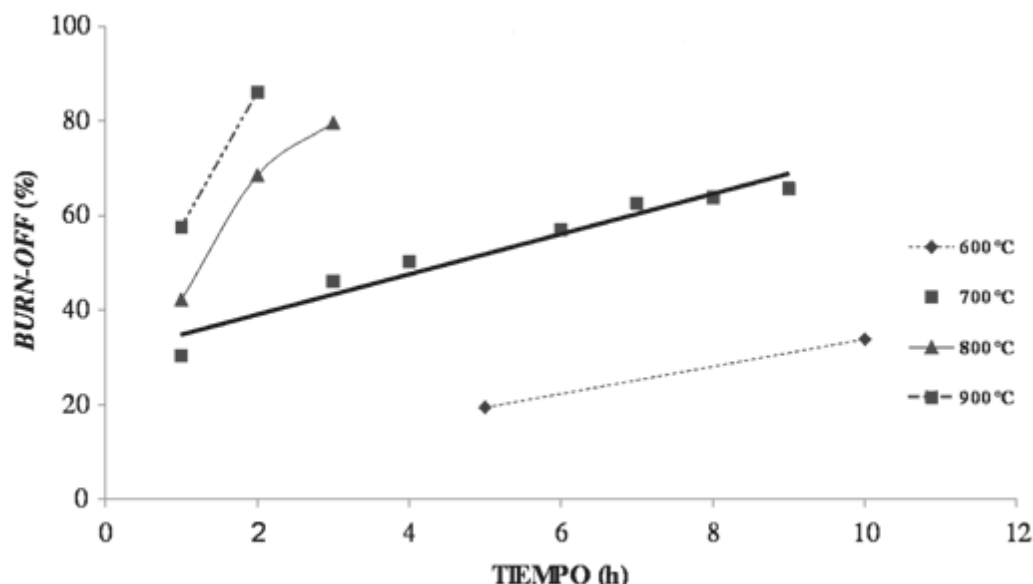
La reacción es endotérmica por lo que es necesario generar una temperatura constante (800 –1000 °C), para el proceso se utilizan hornos en lecho fluidizado, de múltiples etapas y hornos rotatorios.

A mayor grado de activación o *Burn off* el volumen de micro y meso poros se aumenta.

En caso de exceder el 60% de *Burn off* ya el proceso no es eficiente y en caso de superar el 70% se perderá la microporosidad debido a la ruptura de las paredes de los microporos. (Ver figura 3.3)

A medida que la activación transcurre se presenta una mayor pérdida de peso que disminuye la resistencia mecánica del material lo que genera problemas al aplicarlo en la industria.

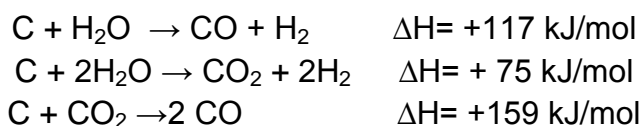
Figura 3.3 Evolución del burn-off en función del tiempo de activación



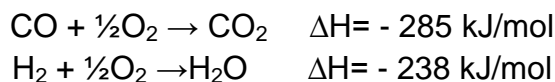
Fig

Fuente: Carbón Activado de Cuesco de Palma. Estudio de termogravimetría y estructura. 2010

– **Reacciones de gasificación cuando el agente oxidante es vapor de agua**



Debido a que las reacciones son endotérmicas (+), las partículas de la estructura carbonácea deben tener un buen contacto con el agente que activa, el cual debe estar a una temperatura más alta de la requerida por la reacción. Al estar la temperatura por debajo de los 800°C la velocidad de la reacción es baja y por lo tanto es beneficioso proveer calor para la combustión de los gases de CO y H₂.



El CO y H₂ son inhibidores de la reacción de activación porque el mecanismo de la gasificación implica la adsorción inicial de átomos. La inhibición se debe por la formación de complejos en la superficie de C(CO) y del C(H). Los sitios activos, que podrían fijar oxígeno por adsorción son bloqueados por el CO y el H₂. (DÍAZ, 2001).

El grado de desarrollo de porosidad en un carbón activado y la característica de dicha porosidad son función de la estructura del carbonizado inicial, de presencia de impurezas minerales, de la temperatura de oxidación, de la presión del gas, del gas oxidante y de la duración del tiempo de gasificación.

A veces son necesarios ciertos pretratamientos como la molienda y el tamizado para obtener un tamaño adecuado del precursor. Si el precursor es un carbón coquizable será necesario entonces una etapa de oxidación para eliminarlas propiedades coquizables.

En la tabla 3.1 se presenta las ventajas y desventajas de los procesos de activación física y química.

Tabla 3.1 Ventajas y desventajas del proceso de activación.

PROCESO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ACTIVACIÓN FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> - La activación física o térmica puede ser un proceso totalmente independiente de la carbonización o llevarse a cabo a continuación de ésta. - Los agentes activantes que se suelen usar son: Oxígeno (ocasionalmente a escala industrial) aire, vapor de agua (el más usado) y CO₂. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010) - Bajo costo para la realización del proceso. - Facilita el control de los procesos. - Se necesita mano de obra no calificada (personal operativo) para manipular equipos. Debidamente entrenada. - Recomendado para aplicarse a ciertos materiales orgánicos relativamente duros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Este método requiere de 2 etapas: el proceso de carbonización y la activación del carbonizado mediante la acción de gases oxidantes. - Este tipo de activación, requiere algunas veces de ciertos pretratamientos como lo son la molienda y el tamizado para obtener un tamaño adecuado del precursor. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010) - Se obtiene un rendimiento de activación aproximadamente 30%. (Gómez, Rincón, & Klose, 2008)
	<ul style="list-style-type: none"> - Los procesos de carbonización y activación tienen lugar en una sola etapa, la cual es llevada a cabo por la descomposición térmica de la materia prima la cual es impregnada con agentes químicos. (Gómez, Rincón, & Klose, 2008) - La activación química se desarrolla 	<ul style="list-style-type: none"> - Este tipo de activación emplea agentes químicos de elevados precios en el mercado. - En este tipo de activación, es necesaria una etapa posterior de lavado riguroso del carbón activado para eliminar los residuos del agente activante. (Gómez, Klose, &

ACTIVACIÓN QUÍMICA	<p>a temperaturas que pueden variar entre 450 y 900 °C. (Gómez, Rincón, & Klose, 2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posee una variedad de compuestos que podrían ser usados como agentes activantes, Sin embargo, los más usados industrialmente son el hidróxido de potasio (KOH), el cloruro de zinc (ZnCl₂) y el ácido fosfórico (H₃PO₄), (Gómez, Klose, & Rincón, 2010) - Se alcanza un rendimiento de activación del 50%. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010) - Produce mayor porosidad con temperaturas relativamente menores y en menos tiempo. 	<p>Rincón, 2010)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se requiere de utilización de equipos costosos, debido a que los materiales en los que están fabricados deben ser resistentes a la acción del agente activante. (Gómez, Rincón, & Klose, 2008) - La economía de este proceso depende, esencialmente de la recuperación del agente activante utilizado. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010) - Se requiere mano de obra semicalificada (personal técnico) o con experiencia para manipular de los agentes activantes. - Solo puede aplicarse a ciertos materiales orgánicos relativamente blandos como maderas. (RODRÍGUEZ, 1998)
---------------------------	---	--

Fuente: Los autores.

El proceso a implementar será el de activación física o térmica debido a que proporciona las siguientes ventajas:

- Debido a la no utilización de agentes químicos, sino a un gas inerte, no presentan problemas de contaminación.
- Genera carbones con mayor densidad y mayor resistencia a la abrasión; además la matriz activada es microporosa, lo que permite aplicación tanto a fase líquida como gaseosa.
- La activación física evita que el carbón no tenga carácter pirofórico (que se inflama espontáneamente en el aire).
- Los rendimientos en la etapa de activación son mayores.
- Solo puede aplicarse a ciertos materiales orgánicos relativamente blandos como maderas, por lo cual para la materia prima se usara la activación física.

Para la selección del gas inerte a utilizar como agente activante, se realizó la comparación entre los gases más usados a nivel industrial, en la tabla 3.2 se detalla las ventajas y desventajas de la utilización de estos gases.

Tabla 3.2 Ventajas y desventajas de gases activantes usados para la activación física

GAS DE ACTIVACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Oxígeno y aire.	<ul style="list-style-type: none"> - Permite condiciones de mayor reactividad. - “Se emplea para algunos tratamientos de oxidación de los carbones activados a temperaturas de 300°C”. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010) - Es empleado en la activación de materias primas de biomasa a nivel laboratorio, a través de innovaciones tecnológicas en los procesos. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010) 	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta dificultad de mantener unas condiciones de operación estacionarias en el horno ya que la reacción es extremadamente exotérmica. (LÓPEZ TORRES, 2001) - Produce sobrecalentamientos locales que disminuyen la homogeneidad del carbón activo final. - La acción del oxígeno no se limita a la oxidación de los poros sino que también produce una gran cantidad de óxidos sobre la superficie y una disminución en el rendimiento a carbón. (LÓPEZ TORRES, 2001) - Al tener condiciones de mayor reactividad ocasiona reacciones que se presentan en las superficies de las partículas (macroporosidad elevada). (RODRÍGUEZ, 1998)
Vapor de agua	<ul style="list-style-type: none"> - La activación con vapor se lleva a cabo a temperaturas entre 850 - 950°C en ausencia de oxígeno ya que su presencia provoca una disminución en el rendimiento a carbón y en la porosidad. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010). - La reacción de vapor con el carbón es catalizada por óxidos y carbonatos de metales alcalinos, hierro, cobre y otros metales. (LÓPEZ TORRES, 2001) $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ $\Delta H = - 29.0 \text{ kcal/mol [1]}$ $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ $\Delta H = 10.0 \text{ kcal/mol [2]}$ <ul style="list-style-type: none"> - La gasificación del material carbonizado con vapor tiene lugar mediante la reacción endotérmica y paralelamente, el vapor se cataliza exotérmicamente por la superficie del carbón mediante la reacción. (Gómez, Klose, & Rincón, 2010). - Produce mayor porosidad en menos tiempo y con temperaturas relativamente menores. - Es el agente de gasificación más utilizada 	<ul style="list-style-type: none"> - El hidrógeno formado se adsorbe en los centros activos de la superficie del carbón reduciendo la activación del material producida, a la vez que disminuye la velocidad de reacción (LÓPEZ TORRES, 2001). - Necesita un control adecuado de la temperatura, donde un aporte externo es necesario en el horno en el que se lleve a cabo la activación. (LÓPEZ TORRES, 2001).

	a nivel industrial debido a su bajo costo, su dosificación técnicamente sencilla y mayor reactividad respecto al CO ₂ . (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)	
CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - La formación de CO puede aumentar la velocidad de su quimisorción en los centros activos. (LÓPEZ TORRES, 2001) - La presencia de CO favorece una activación más uniforme proporcionando más homogeneidad al CA final. 	<ul style="list-style-type: none"> - La activación con CO₂ (reacción implica una reacción menos energética en comparación con la del vapor y requiere temperaturas mayores (850-1100°C). $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ $\Delta H = -39.0 \text{ kcal/mol}$ <ul style="list-style-type: none"> - Al ser el CO₂ una molécula de mayor tamaño que la del agua, se produce una difusión más lenta a través de la estructura porosa del carbón, disminuyendo así la cantidad de microporos.

Fuente: los autores

De acuerdo a que el vapor de agua ofrece mayores ventajas sobre los otros gases, debido a que en las industrias es utilizado por su bajo costo, su dosificación técnicamente sencilla y mayor reactividad.

3.2.2 Tecnología seleccionada

Se selecciona como materia prima el CPA para obtener carbón activado, con activación física o térmica con vapor de agua.

3.3 MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y SUMINISTROS

3.3.1 Materias Primas

Únicamente se requiere el Cuesco de Palma Africana, materia prima principal seleccionada bajo los criterios mencionados en 2.2.2, haciendo énfasis en los siguientes:

- Alto contenido de carbono
- Baja en material inorgánico(Ej: Sodio, potasio y otros compuestos que generen emisiones)
- Baja degradación en el almacenamiento.
- Fácil activación.
- La densidad y la cantidad de material volátil contribuye a la obtención de C.A, por su dureza.

Con base en lo anterior se define como materia prima trabajar con Cuesco de Palma Africana, CPA. Para poder realizar los balances de materia y energía en el proceso, y para correlacionar las propiedades del carbón activado obtenido se debe partir de las propiedades del cuesco, como la composición aproximada y otras de carácter físico-químico del cuesco de palma africana (CPA). El balance permitirá estimar las cantidades requeridas de materias primas y energía para llevar a cabo el proceso, así como los subproductos (gases y sólidos); este camino es viable ya que no se hicieron ensayos experimentales sino que se partió de informes de resultados realizados por otros autores (Gómez, Klose, & Rincón, 2010). Los reportes más importantes en el balance es que por cada kg de Carbón Activado (CA) se requieren dos kg de carbonizado (C) y 7 kg de Cuesco de Palma Africana (CPA) (Gómez, Klose, & Rincón, 2010).

3.3.1.1 Propiedades del Cuesco de Palma

Se presentan a continuación caracterización del cuesco de palma a través de las principales propiedades fisicoquímicas, en las Tablas 3.3.

Tabla 3.3. Análisis fisicoquímico del CPA

Análisis Elemental %				Análisis Próximo %			Poder Calorífico MJ/kg	
C	H	N	O	Humedad	Volátiles	Ceniza	PCS	PCI
52.8	5.7	<1	40.5	11.2	79	1.4	22.2	21.1

Fuente: Adaptado de (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)

El contenido de azufre es de 0%

3.3.1.2 Caracterización estructural del Cuesco de Palma

Además de las anteriores características, son determinantes en la calidad del Carbón Activado las siguientes propiedades morfológicas y geométricas (Tabla 3.4)

Tabla 3.4. Análisis morfológico del CPA

Densidad kg/m ³			Volumen de poros mm ³ /g			Porosidad	Área superficial m ² /g		Ángulos característicos °	
ρ_b	ρ_s	ρ_w	V_{Ma}	V_{Me}	V_{Mi}	ε	A_{Hg}	A_{BET}	α	γ
773	1208	1381	48.5	51.2	<1	0.13	24.4	<1	34.8	25.8

Fuente: Adaptado de (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)

ρ_b : Densidad a granel
 ρ_s : Densidad aparente
 ρ_s : Densidad verdadera
 V_{Ma} : Volumen específico de macroporos
 V_{Me} : Volumen específico de mesoporos
 V_{Mi} : Volumen específico de microporos
 α : Angulo de reposo (a granel)
 γ : Angulo dinámico de reposo (a granel)

3.3.1.3 Suministros Requeridos:

- Bolsas plásticas
- Agua
- Combustible
- Energía Eléctrica

3.3.1.4 Origen de las Materias Primas e Insumos

Todas las materias e insumos son de origen nacional.

3.3.2 Abastecimiento y Precios

Existirá cantidad suficiente de CPA en la medida que se continúe con la extracción de aceites, con un costo de \$ 120 cada kg cuyo proveedor es ASOPALMAR. Esta materia prima se utiliza actualmente para en la adecuación de vías alternas y como combustible en calderas.

3.4 PROCESO

El proceso fue diseñado de modo de obtener un carbón activado de origen vegetal que cumpla con las especificaciones requeridas por la empresa FILTER WARE LTDA para cumplir con los estándares de calidad de los filtros y para no importar este producto que es de origen mineral.

La columna vertebral del proceso de fabricación de Carbón Activado estriba en dos etapas determinantes de la calidad del proceso: la carbonización y activación, las que generalmente se llevan por separado, aun cuando se algunos autores han propuesto integrarlas como una sola etapa con el ánimo de mejorar los rendimientos y reducir costos de equipos (Gómez, Klose, & Rincón, 2010).

Antes de llevar a cabo estas transformaciones químicas la materia prima debe alistarse, para lo cual se realizan algunas operaciones unitarias que se comentaran más adelante. Lo mismo sucede con lo el producto. Con base a lo anterior, el proceso general comprende las siguientes etapas (ver figura 3.3).

En el siguiente capítulo para el diseño de producto a través del QFDD se presentara un diagrama de proceso en el cual se ve con mayor detalle las condiciones de operación de cada una de las etapas y operaciones contempladas.

Más adelante se explicará con base a la literatura consultada sobre obtención de Carbón Activado a partir Cuesco de Palma Africana que las condiciones de operación que entregaron los mejores rendimientos (LÓPEZ TORRES, 2001; Gómez, Klose, & Rincón, 2010), para cada una de las etapas cruciales para la conversión del CPA a CA, son:

Carbonización:

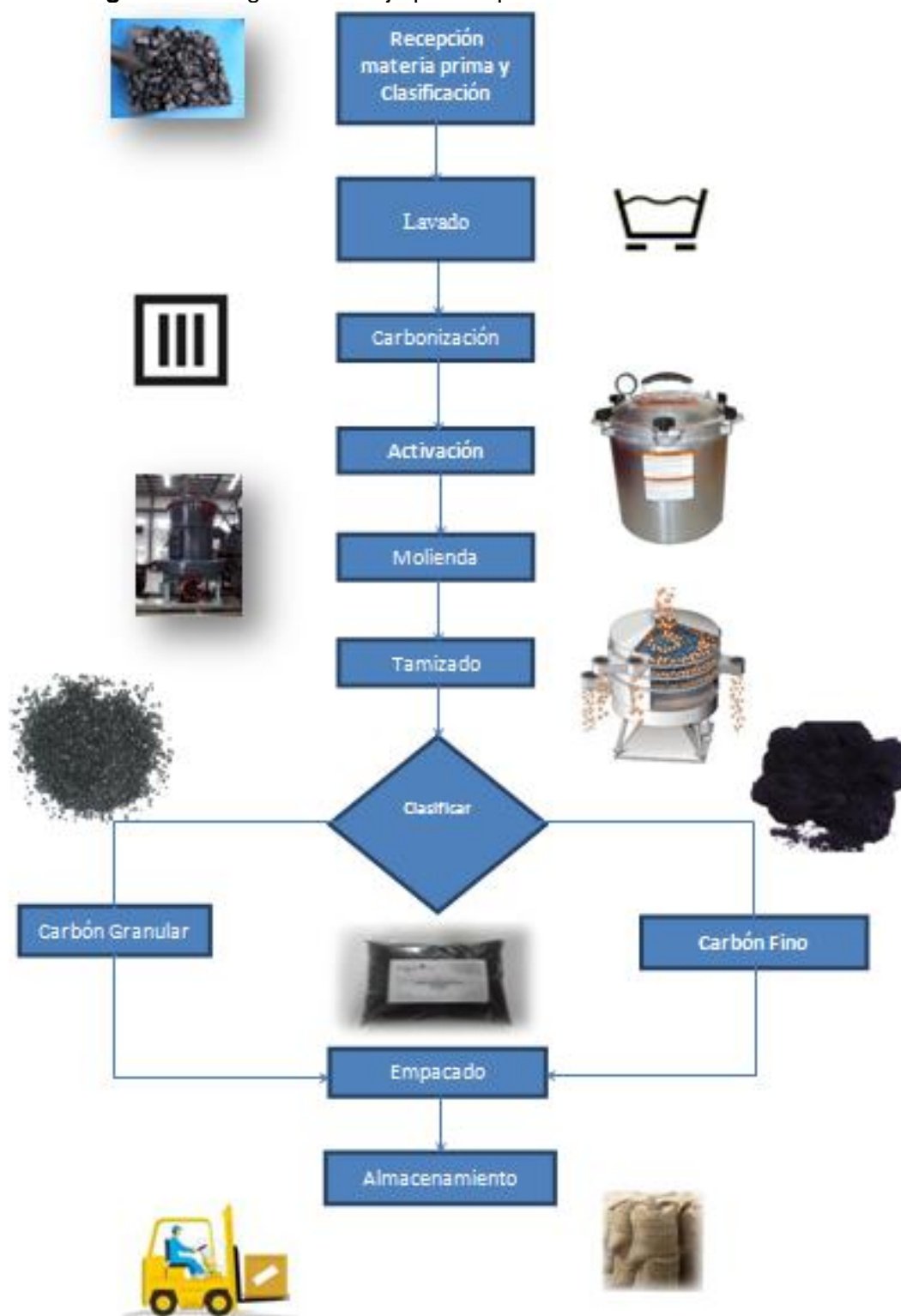
- Temperatura: 600 °C
- Velocidad de calentamiento: 5°C/min
- Tiempo de carbonización: 1,5 horas

Activación Física:

- Activación física con vapor de agua
- Tiempo de activación: 1,5 horas
- Velocidad de calentamiento: 15°C/min
- Temperatura: 900 °C

A continuación se describirán cada una de las etapas y operaciones que se describen en la Figura 3.3.

Figura 3.3 Diagrama de flujo para la producción de carbón activado



Fuente: Los autores

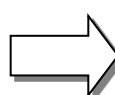
3.4.1 Almacenamiento y Clasificación de Cuesco de Palma

El cuesco por lo general, contiene impurezas, como restos de almendra, trozos de tallos, que deben ser eliminados por tamizaje. Posteriormente se realiza el proceso de clasificación que consiste en una separación con tamices 6X10 de 2 a 3.35 mm de la serie DIN 4188. El cuesco de palma africana que sobre pase el tamaño de 3.35 mm es transportado al molino de martillo para reducir su tamaño y posteriormente es separado en los tamices 6X10.

3.4.2 Carbonización

La carbonización se lleva a cabo a 600 °C en atmósfera de nitrógeno durante 1,5 horas en un horno vertical provisto de un controlador de temperatura, que permite ajustar la velocidad de calentamiento. Las condiciones de la carbonización son las siguientes: velocidad de calentamiento 5 °C /min, flujo de nitrógeno 150-160 ml/min, temperatura es de 600°C determinada por la prueba experimental. De acuerdo a la prueba experimental con cuesco de palma africana realizada para la determinación de la condición de temperatura óptima en la decoloración de aceites vegetales” de la Universidad de la Sabana, como se observa en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Rendimiento de C.P.A. durante la carbonización



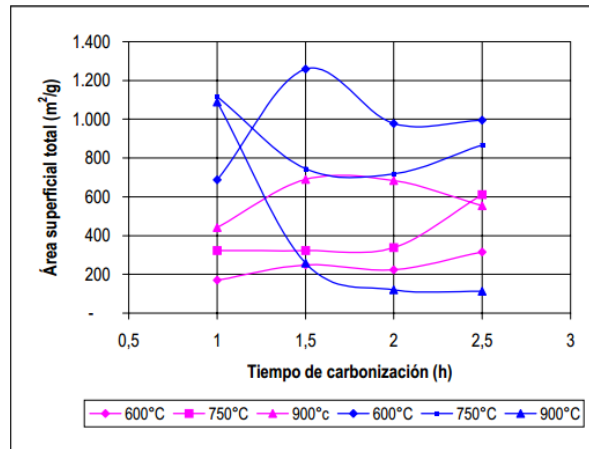
TEMPERATURA °C	TIEMPO (h)	FLUJO DE N ₂ ml/min	VELOCIDAD TEMP °C/min	RENDIMIENTO %
600	1	155	10	29.37%
600	1.5	150	10	29.62%
600	2	158	10	28.98%
600	2.5	157	10	29.07%
750	1	159	10	29.10%
750	1.5	151	10	28.63%
750	2	152	10	29.09%
750	2.5	152	10	28.74%
900	1	160	10	28.99%
900	1.5	151	10	28.43%
900	2	156	10	28.52%
900	2.5	150	10	28.51%

Fuente: El autor.

Fuente: “La decoloración de aceites vegetales”, Universidad de la Sabana

En la figura 3.4 se puede establecer el área superficial total en función del tiempo y la temperatura de carbonización determinada.

Figura 3.4 Área superficial total en función del tiempo y la temperatura de carbonización



-- Temperatura de activación 800°C por una hora y media.
 -- Temperatura de activación 900°C por una hora y media.

Fuente: “La decoloración de aceites vegetales”, Universidad de la Sabana
<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/5057/1/130040.pdf>

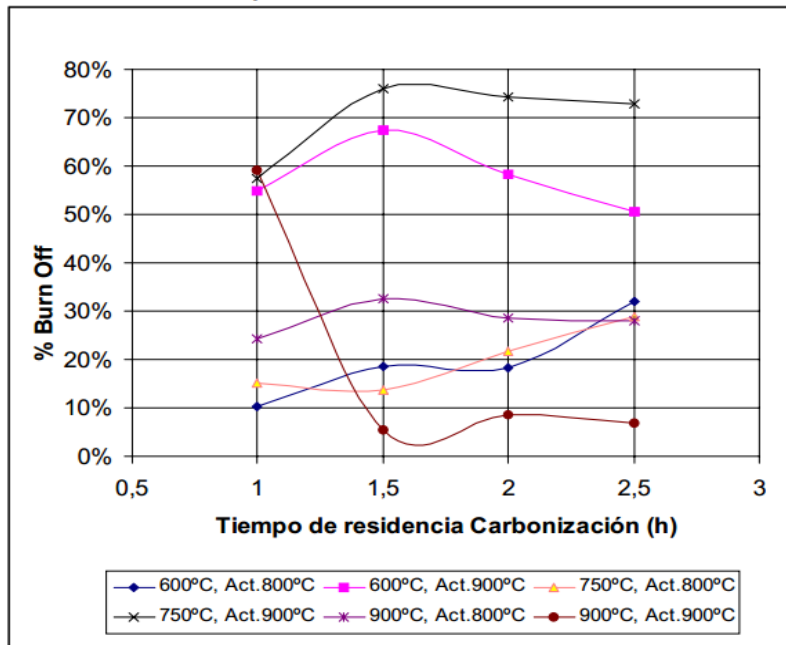
3.4.3 Activación Física

Activación física de la muestra carbonizada en atmósfera de vapor de agua hasta alcanzar una temperatura de 900°C durante 1.5 horas. En la Tabla 3.4 se presentan los resultados de activación de realizada en la prueba experimental. La decoloración de aceites vegetales”, Universidad de la Sabana, de la cual se toma como referencia las condiciones óptimas de temperatura y tiempo (ver figura 3.5) y el valor de Burn off durante la activación a temperatura de 800°C a 900 °C en función del tiempo de residencia de carbonización.

Tabla 3.4 Proceso de Activación

Datos activación a 800°C.			Datos activación a 900°C.		
Muestra	Rendimiento %	BURN OFF %	Muestra	Rendimiento %	BURN OFF %
6001.0/800	89.80%	10.20%	6001.0/900	45.18%	54.82%
6001.5/800	81.46%	18.54%	6001.5/900	32.62%	67.38%
6002.0/800	81.68%	18.32%	6002.0/900	41.76%	58.24%
6002.5/800	67.99%	32.01%	6002.5/900	49.34%	50.66%
7501.0/800	84.72%	15.28%	7501.0/900	42.60%	57.40%
7501.5/800	86.24%	13.76%	7501.5/900	23.97%	76.03%
7502.0/800	78.27%	21.73%	7502.0/900	25.79%	74.21%
7502.5/800	71.17%	28.83%	7502.5/900	27.21%	72.79%
9001.0/800	75.75%	24.25%	9001.0/900	40.86%	59.14%
9001.5/800	67.55%	32.45%	9001.5/900	94.67%	5.33%
9002.0/800	71.55%	28.45%	9002.0/900	91.54%	8.46%
9002.5/800	72.05%	27.95%	9002.5/900	93.19%	6.81%

Figura 3.5 Burn off durante la activación a 800°C y 900 °C en la carbonización



Fuente: "La decoloración de aceites vegetales", Universidad de la Sabana
<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/5057/1/130040.pdf>

Se concluye el proceso de activación debe ser de 900°C en 1.5 horas para obtener un rendimiento de aproximadamente 95%.

3.4.4 Molienda

La molienda es una operación unitaria que reduce el volumen promedio de las partículas de una muestra sólida (ver figura 3.6). La reducción se lleva a cabo dividiendo o fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado.

Los métodos de reducción más empleados en las máquinas de molienda son compresión, impacto, frotamiento de cizalla y cortado.

El proceso de la molienda se realiza utilizando grandes equipos giratorios o molinos de forma cilíndrica, en donde se realiza una molienda convencional se realiza en dos etapas, utilizando un molino de bolas. Este molino, cuyas dimensiones son 16 x 24 pies (es decir, 4,9 m de diámetro por 7,3 m de ancho), está ocupado en un 35% de su capacidad por bolas de acero de 3,5 pulgadas de diámetro, las cuales son los elementos de molienda.

Figura 3.6 Equipo de molienda



Fuente: www.revistamash.com

3.4.5 Tamizado

Es un método físico para separar mezclas de sólidos formados por partículas de tamaño diferente. Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz (ver figura 3.7). Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y las grandes quedan atrapadas por el mismo.

Es un método muy sencillo utilizado generalmente en mezclas de sólidos heterogéneos. Los orificios del tamiz suelen ser de diferentes tamaños y se utilizan de acuerdo al tamaño de las partículas de una solución homogénea, que por lo general tiene un color amarillo el cual lo diferencia de lo que contenga la mezcla.

Para aplicar el método de la tamización es necesario que las fases se presenten al estado sólido. Se utilizan tamices de metal o plástico, que retienen las partículas de mayor tamaño y dejan pasar las de menor diámetro.

Figura 3.7 Equipo de tamizaje



Fuente: nelsoncobba.blogspot.com

3.5 DISEÑO DE PLANTA

Para dimensionar la planta que lleve a cabo los requerimientos de la Empresa de acuerdo a sus objetivos en este proyecto es necesario desarrollar los siguientes aspectos.

3.5.1 Localización

Considerando las fuerzas locacionales para determinar la ubicación óptima que permita producir la mayor rentabilidad posible en el proyecto.

3.5.1.1 Posibles ubicaciones

Se proponen tres posibles lugares donde localizar la planta a saber:

- Vianí, Cundinamarca a 87 km de Bogotá. Se toma porque los dueños de Filter Ware tienen un terreno de hectárea y media que proponen como lugar para montar la planta. Este lugar está cerca a la carretera principal sin embargo no hay servicios instalados e implicaría una obra civil, tal vez la única ventaja es la de evitar una compra de terreno o un pago de arriendo; sin embargo su mayor problema es el transporte ya que tocaría transportar el cuesco desde Puerto López (Meta) una distancia de 307 km, para luego regresar al Bogotá con el carbón activado otros 87 km.
- Tocancipa, Cundinamarca a 20 km de Bogotá. Su principal ventaja es la cercanía a la Capital y la disposición de bodegas adecuadas para el sector industrial equipadas con todos los servicios requeridos. Tiene la desventaja del transporte de cuesco desde Puerto López, 240 km, una distancia muy larga

para un volumen de precursores muy grande, ya que se debe recordar que es de siete veces la cantidad a producir de Carbón Activado.

- Puerto López, Meta a 220 km de Bogotá y a 87 km de Villavicencio. Su principal ventaja es la cercanía con la planta extractora de aceite, es decir del proveedor de cuesco, lo que permitiría reducir el costo de transporte de manera importante. Puede además adquirirse terrenos para la bodega baratos ya sea para compra o para alquiler; se tendría en cuenta únicamente el transporte del carbón activado hasta Bogotá y/o Villavicencio dependiendo de que en este último se puedan abrir nichos de mercado. Es poco probable adquirir un terreno con bodega y servicios instalados.

3.5.1.2 Metodología

Para la selección de la ubicación más apropiada se realizara a través de la determinación del índice de comparación locacional (Arboleda Velez, 2001), método que se describirá a continuación.

Primero que todo cada uno de los factores a calificar en una escala desde uno (1) hasta diez (10), asignando un puntaje mejor a la mejor opción, en esta selección son:

- Transporte
- Mano de Obra
- Materias Primas
- Servicios Públicos
- Localización del Mercado
- Canales de Distribución
- Comunicaciones
- Clima
- Aptitud de la comunidad
- Zonas Francas
- Características Geográficas y Topográficas
- Contaminación
- Costo de Terrenos
- Policía y Bomberos
- Tamaño del sitio
- Impuestos
- Características Topográficas
- Cercanía a Carreteras

Luego cada uno de los factores locacionales será priorizado mediante una ponderación adecuada asignando un valor dentro de una escala independiente de 1 a 5.

Posteriormente se calcula el índice de comparación entre las distintas posibilidades, mediante la productoria:

$$I_{ij} = \prod_{k=1}^n \left[\frac{C_{ik}}{C_{jk}} \right]^{p_k}$$

dónde:

I_{ij} : Índice de comparación entre las localizaciones i y j .

C_{ik} : Unidades monetarias o puntos correspondientes a la localización i en relación al factor locacional k .

$k = 1, 2, 3, \dots, n$ donde n es el número de factores locacionales que se considera son importantes para la decisión.

p_k : Ponderación relativa del factor k , asociada a su prioridad.

Por último se realiza un análisis para establecer cuál es la mejor opción dentro de las opciones propuestas, lo cual se define con el índice de comparación:

$I_{ij} > 1$: La localización j es mejor que la i

$I_{ij} < 1$: La localización i es mejor que la j

$I_{ij} = 1$: Ambas opciones de localización son indiferentes

3.5.1.3 Aplicación

Con la información anterior se genera una matriz como se puede verificar en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Comparación por puntos (1-10) con k (1-5) para localización de planta

FACTORES	OPCIONES			Factor de prioridad
	Vianí	Tocancipá	Puerto López	
	A	B	C	
Transporte	5	2	2	5
Mano de Obra	3	2	2	1
Materias Primas	3	5	1	5

Servicios Públicos	4	2	3	1
Localización del Mercado	4	2	3	2
Canales de Distribución	4	2	3	2
Comunicaciones	4	2	3	2.5
Clima	2	4	1	4
Aptitud de la comunidad	3	3	2	3
Zonas Francas	4	2	3	2
Características Geográficas	4	2	1	4
Contaminación	1	5	1	4
Costo de Terrenos	3	5	1	4
Policía y Bomberos	5	4	3	2
Tamaño del sitio	1	2.5	1	5
Impuestos	3	4	3	1
Cercanía a Carreteras	1	1	2	1

Fuente: Los autores

Determinando el índice entre las opciones establecidas, por ejemplo entre A y C :

$$I_{AC} = \prod_{k=1}^{17} \left[\frac{C_{Ak}}{C_{Ck}} \right]^{p_k}$$

$$I_{AC} = \left[\frac{5}{2} \right]^5 \left[\frac{3}{2} \right]^1 \left[\frac{3}{1} \right]^5 \left[\frac{4}{3} \right]^1 \left[\frac{4}{3} \right]^2 \left[\frac{4}{3} \right]^2 \left[\frac{4}{3} \right]^{2.5} \left[\frac{2}{1} \right]^4 \left[\frac{3}{2} \right]^3 \left[\frac{4}{3} \right]^2 \left[\frac{4}{1} \right]^4 \left[\frac{1}{1} \right]^4 \left[\frac{3}{1} \right]^4 \left[\frac{5}{3} \right]^2 \left[\frac{1}{1} \right]^5 \left[\frac{3}{3} \right]^1 \left[\frac{1}{2} \right]^1$$

$$I_{AC} = 8.51 \times 10^{11} > 1$$

Como $I_{AC} > 1$ entonces C (Puerto López) es mejor que A (Vianí).

Evaluando ahora el índice de comparación locacional entre B y C :

$$I_{BC} = \prod_{k=1}^{17} \left[\frac{C_{Bk}}{C_{Ck}} \right]^{p_k}$$

$$I_{BC} = \left[\frac{2}{2} \right]^5 \left[\frac{2}{2} \right]^1 \left[\frac{5}{1} \right]^5 \left[\frac{2}{3} \right]^1 \left[\frac{2}{3} \right]^2 \left[\frac{2}{3} \right]^2 \left[\frac{2}{3} \right]^{2.5} \left[\frac{4}{1} \right]^4 \left[\frac{3}{2} \right]^3 \left[\frac{2}{3} \right]^2 \left[\frac{2}{1} \right]^4 \left[\frac{5}{1} \right]^4 \left[\frac{5}{1} \right]^4 \left[\frac{4}{3} \right]^2 \left[\frac{2.5}{1} \right]^5 \left[\frac{4}{3} \right]^1 \left[\frac{1}{2} \right]^1$$

$$I_{BC} = 4.15 \times 10^{13} > 1$$

Como $I_{BC} > 1$ entonces C (Puerto López) es mejor que B (Tocancipá).

Se concluye finalmente que Puerto López es mejor que Vianí y Tocancipá.

3.5.1.4 Localización Final

Puerto López: Municipio del Meta. Su cabecera está localizada en la provincia de Ariari a 04°05'N 72°57' a una distancia de 86 km de Villavicencio, con una altitud de 365 m snm con una población de 28.922 hab. en total, 18.530 en el área municipal.

3.5.2 Volumen de Producción

De acuerdo con el estudio de mercado, en la tabla 3.6 se detalla el programa de producción anual de carbón activado, y con el requerimiento de 4.5 t a 30 t mensuales. Según el estudio de mercado realizado en el capítulo anterior, más exactamente en la sección 2.3.4.3 Tabla 2.29 se observa en las proyecciones que el carbón activado presenta una demanda creciente hasta el año 2015 y una leve disminución en los siguientes dos años. La programación se estableció considerando que por requerimientos de Filter Wire se van a producir inicialmente 4.5 t mensuales durante el primer año, lo que cubriría inicialmente la demanda propia de la Empresa manteniendo el mismo nivel de producción actual; esto equivale a 54 t anuales, cubriendo apenas alrededor del 8% del mercado; se pretende que anualmente se tenga un crecimiento cada vez mayor y progresivo en el cubrimiento de la demanda.

La Tabla 3.6 presenta el programa de producción de la planta entre 2013 y 2017:

Tabla 3.6. Programa de producción de la planta

Año	% Capacidad Instalada	Producción (t)	Demanda Esperada (t)	% Aprovechamiento de la Demanda
2013	15	54	708.91	7.62
2014	30	108	725.14	14.89
2015	50	180	721.93	24.93
2016	75	270	710.71	37.99
2017	100	360	698.46	51.54

Fuente: Los autores

3.5.3 Determinación del tamaño de planta

Con base a la experiencia de los empresarios de este rubro industrial, se estima que una capacidad instalada de 30 t/año (Toneladas) anuales para ser la más adecuada. Sin embargo para tener la posibilidad de ampliación la planta se diseñará con una sobredimensionamiento tal que con una capacidad instalada de 500 t/año, lo que además considera las mermas cubriendo las posibles pérdidas que se presenten en los equipos.

3.5.3.1 Tamaño de planta y la capacidad instalada (Capacidad de producción de la planta)

El proceso de producción puede ser por lotes o continuo. Inicialmente debido a la baja producción se propone realizarlo por lotes, pero a medida que se incremente la producción y para reducir costos, se requiere implementar lo más pronto un proceso continuo debido a las recursos para la operación de los hornos de carbonización y activación y sobre todo por los costos que acarrearía hacer paradas de estos equipos.

Se decide trabajar con un turno de 8 horas, durante 269 días netos (en el año hay aproximadamente 52 semanas y por cada semana se descuenta día y medio de no trabajo correspondiente al domingo y sábado respectivamente, es decir 78 días y además 18 festivos en promedio, así $365-78-18=269$ días).

Con base a la experiencia de los empresarios de este rubro industrial, y al estudio de mercado realizado, se estima que una capacidad instalada de 30 t mensuales, lo que significarían 360 t anuales. Sin embargo para tener la posibilidad de una futura ampliación la planta se diseñará con una sobredimensionamiento (casi del 39%) tal que con una capacidad instalada de 500 t/año, considerando adicionalmente las posibles mermas para cubrir así las pérdidas que se puedan presentar en los equipos.

Esta capacidad instalada presume la utilización de aproximadamente el 100% del tiempo disponible, es decir; un trabajo en forma continua durante el año.

3.5.3.2 Rata de producción del carbón activado

De acuerdo a lo mencionado en el anterior ítem se calculando por hora de carbón activado (CA) se tiene:

$$500 \frac{t \text{ CA}}{\text{año}} \cdot \frac{1 \text{ año}}{269 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ h}} = 0.2323 \frac{t \text{ CA}}{h} = 232.34 \frac{kg \text{ CA}}{h}$$

3.5.4 Diseño de Equipos y Requerimientos Materiales y Tecnológicos

Para desarrollar las operaciones requeridas en cada una de las etapas vistas en el diagrama de flujo se requieren los siguientes equipos o requerimientos:

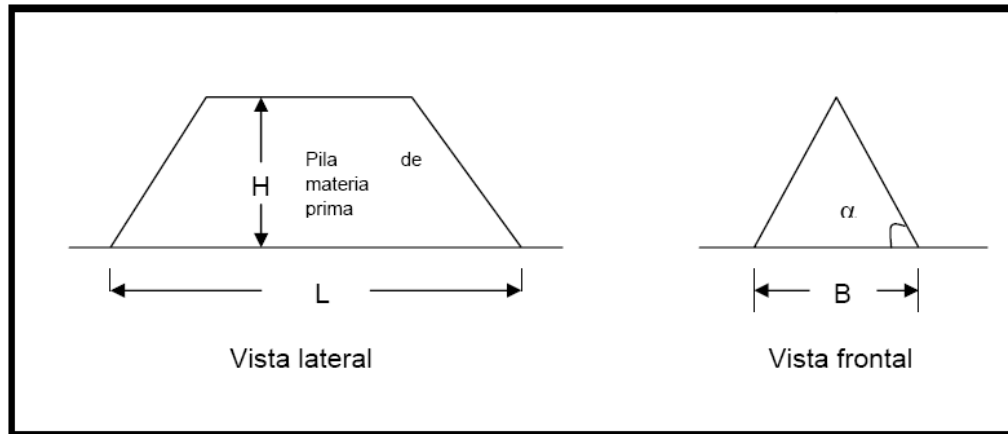
- Silo o forma de almacenamiento para materias primas, productos y desechos
- Montacarga
- Molino
- Tolvas
- Tamiz Vibratorio
- Hornos
- Calderas
- Compresores
- Quemadores
- Ventiladores
- Bandas transportadoras
- Otros

A continuación se procederá a diseñar cada uno de estos con base en los volúmenes de trabajo, para lo cual se considera una producción continua, aun cuando en la práctica cuando se manejen bajos volúmenes especialmente durante el primer año se trabaje por lotes. Los equipos y sus dimensiones aquí enumerados, tienen como referencia la planta de carbón activado de ICASA, España (Díaz, 2001).

3.5.4.1 Almacenamiento

El cuesco de palma una vez llegue a la planta debe ser almacenado en un espacio apropiado buscando la economía y practicidad. Las dimensiones de dicho lugar deben garantizar el abastecimiento continuo del CPA para la obtención del CA para lo cual se estima conveniente disponer de almacenaje para un stock de dos semanas; teniendo en cuenta unos de los posibles proveedores tiene actualmente la capacidad de suministrar hasta 200 t de CPA mensuales con posible ampliación hasta el doble (Ver Anexo 2-1 Cuestionario); para la producción de 500 t anuales de CA se requieren 3500 t anuales, es decir se requieren 67.07 t semana que en quince días (dos semanas) es de 134.15 t, más exactamente 134154.69 kg lo cuales serán almacenados. La forma en la cual se apilaría se puede ver en la figura 3.8.

Figura 3.8. Almacenaje para Stock



Leyenda: B: base; H: altura; L: longitud; α : ángulo de reposo del material

La capacidad del área de almacenamiento debe ser entonces de una masa 134154.69 kg de CPA, que con una densidad a granel según la Tabla 3.4 de 773 kg/m³ ocupa un volumen de:

$$V = 134154.69 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{773 \text{ kg}} = 173.55 \text{ m}^3$$

El cual debe disponerse de acuerdo a las vistas de la figura 3.9, y así por la geometría del prisma el volumen ocupado por el cuesco se calcula como el área de sección transversal (que es un triángulo de base B y altura H) por la longitud L como se indica a continuación:

$$V = A_t L = \frac{1}{2} BHL$$

En la vista frontal se observa un triángulo isósceles cuyo ángulo α , corresponde al ángulo de reposo a granel del material, que para el caso del cuesco equivale a 34.8°. Estableciendo la relación trigonométrica correspondiente entre α , H y B , se tiene:

$$\tan \alpha = \frac{c.o}{c.a} = \frac{H}{B/2} = \frac{2H}{B}$$

Despejando H :

$$H = \frac{1}{2} B \tan \alpha$$

Y sustituyendo en la fórmula del volumen del prisma:

$$V = \frac{1}{2}BHL = \frac{1}{2}B\left(\frac{1}{2}B\tan\alpha\right)L = \frac{1}{4}B^2L$$

$$V = \frac{1}{4}B^2L\tan\alpha$$

Estableciendo una relación entre L y B de 1.75, es decir:

$$\frac{L}{B} = 1.75$$

Despejando L :

$$L = 1.75B$$

Y reemplazando esta expresión en la última versión de la fórmula del volumen:

$$V = \frac{1}{4}B^2L\tan\alpha = \frac{1}{4}B^2(1.75B)\tan\alpha = \frac{7}{16}B^3\tan\alpha$$

$$V = \frac{7}{16}B^3\tan\alpha$$

Expresión cuya única incógnita es B , la cual se despeja:

$$B = \sqrt[3]{\frac{16V}{7\tan\alpha}}$$

Reemplazando los datos y resolviendo:

$$B = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 173.55 \text{ m}^3}{7\tan 34.8^\circ}} = 8.2950 \text{ m} \approx 8.30 \text{ m}$$

Luego

$$H = \frac{1}{2}B\tan\alpha = \frac{1}{2} \cdot 8.2950 \text{ m} \cdot \tan 34.8^\circ = 2.88259 \text{ m} \approx 3.90 \text{ m}$$

$$L = 1.75 \cdot 8.2950 \text{ m} = 14.5163 \text{ m} \approx 14.50 \text{ m}$$

Entonces la zona o bodega de almacenamiento de materia prima debe proveer un espacio de $8.30 \text{ m} \times 3.90 \text{ m}$ con 3.90 m de altura. Si se asume un excedente de espacio a lo ancho y largo entonces el patio de almacenamiento deber ser de un

área de aproximadamente 12 m de largo por 7 m de ancho, y si está cubierto como bodega una altura de por lo menos 5 m.

3.5.4.2 Molino

Para seleccionar el equipo de trituración y molienda se parte de que el cuesco se considera como un material duro; de acuerdo a la fotografías los fragmentos de cuesco colombiano oscilan entre 17 mm y 3 mm como se ve en la figura 3.10 lo que aproximadamente da un tamaño promedio de 10 mm (0.4 in aprox.), y se debe llevar hasta un tamaño entre 2 y 3 mm, en promedio 2.5 mm (0.1 in aprox.), la pared tiene aproximadamente 3 mm de espesor.

Figura 3.9 CPA. Endocarpio o Cuesco de Palma Africana (dimensiones en mm)



Fuente: (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)

Es decir la relación de reducción es de $10\text{ mm}/2.5\text{ mm} = 4$, es decir de 4 a 1. Con esta información y la dureza del material se acude a la Tabla 3.7 que sirve de guía para la selección del molino.

Tabla 3.7. Guía para la Selección de Equipos de Trituración y Molienda

Operación de reducción del tamaño	Dureza del material	Tamaño				Relaciones de reducción	Tipos de equipos
		Gama de alimentaciones in		Gama de productos in			
		Max	Min	Max	Min		
Trituración:							

Primaria...	Duro	60	12	20	4	3 a 1	A a D
		20	4	5	1	4 a 1	
Secundaria...	Duro	5	1	1	0,2	5 a 1	A a F
		1,5	0,25	0,185	0,033	7 a 1	
Molienda: Pulverización:	Suave			4	20		C a G
		20	4	2	0,4	10 a 1	
Gruesa...	Duro	0,185	0,033	0,023	0,003	10 a 1	D a I
		4	20	28	200		
Fina	Duro	0,046	0,0058	0,003	0,00039	15 a 1	H a K
		14	100	200	1250		
Desintegración:							
Gruesa...	Suave	0,5	0,065	0,023	0,003	20 a 1	F,J
Fina...	Suave	0,156	0,0195	0,003	0,00039	50 a 1	I a K
		5	32	200	1250		

Fuente: Fuente: Perry & Green, 2001

Se observa que para dichas características, la operación es una trituración secundaria, de material duro, donde la alimentación está entre 1.5 y 0.25 in (se tiene 0.4 in) y el producto está entre 0.185 y 0.033 in (es 0.1 in), donde la relación de reducción va a de 7 a 1 (es de 4 a 1). El equipo recomendado está de la A a F, que según la Tabla 3.8 corresponde desde trituradores de quijada hasta desmenuzadores.

Figura 3.8. Tipos de equipos para la reducción de tamaño

A	Trituradoras de quijada
1	Blake
2	Excéntrico superior
3	Dodge
B	Trituradoras giratorias
1	Primarias
2	Secundarias
3	De cono
C	Molinos de impacto para trabajos pesados
1	Rompedores de rotor
2	Molinos de martillos
3	Impactadores de jaulas
D	Trituradores de rodillos
1	Rodillos lisos(dobles)
2	Rodillos dentados
E	Molinos de bandeja seca y de fileteado

<i>F</i>	Desmenuzadores
1	Dentados
2	Desintegradores
3	Molinos de disco
<i>G</i>	Cortadoras y rebanadoras rotatorias
<i>H</i>	Molinos con medios de molienda
1	Molinos de bolas, piedras, varillas y compartimientos
a.	Por lotes
b.	Continuos
2	Molinos autógenos de volteo
3	Molinos agotados de bolas y arenal
4	Molinos vibratorios
<i>I</i>	Molinos de velocidad periferica media
1	Molinos de anillos y rodillos
2	Molinos de rodillos tipo cereal
3	Molinos de rodillos tipo para pintura y hule
4	De piedras de molino
<i>J</i>	Molinos de alta velocidad periférica
1	Molinos de martillos para moliendas finas
2	Molinos de clavijas
3	Molinos de coloides
4	Batidoras de pulpa de madera
<i>K</i>	Molinos hidráulicos superfinos
1	De chorro centrifugo
2	De chorro opuesto
3	De chorro con yunque

Fuente: Fuente: Perry & Green, 2001

Existen varios tipos de molinos para pulverizar y desintegrar materiales sólidos, los cuales operan a altas velocidades, y entre los que se destacan los de bolas, de piedras, de varillas, de martillo, de tubo, entre muchos otros. Cada uno recomendado para diferentes tipos de dureza, en el caso particular de materiales muy duros es se aconseja la utilización de molinos de martillos, por lo tanto éste seleccionará entonces un molino de martillos, ver en la Tabla 3.7 C.2. El eje del rotor puede ser horizontal o vertical, pero es la primera modalidad la que predomina esta última modalidad; el eje sostiene a los martillos, llamados a veces agitadores, y pueden ser elementos en forma de T, de estribo, barras o anillos fijos o pivotados al eje o a los discos fijos que van sobre el eje.

De este molino a la vez se tienen diferentes tipos y tamaños, y presente un amplio espectro de variedad de materiales a usar que cualquier otra clase de maquinaria. De acuerdo al tamaño de la garganta de dosificación, el molino se puede alimentar

con materiales hasta de 2 cm, para reducirlo a un producto sustancialmente capaz en su totalidad de atravesar una malla N° 200. Para producir materiales dentro de la gama de tamaños finos, puede operarse en combinación con clasificadores de aire exteriores. En la figura 3.10 se puede observar un molino de martillos (Perry & Green, 2001).

Figura 3.10 Molino de martillos



Fuente: Perry & Green, 2001

Para cumplir con lo definido de que el tamaño del grano esté aproximadamente entre 2 a 3 mm como diámetro de partícula, es decir que esté entre los tamices 6x10 (2 mm a 3.35 mm), luego de verificar medir la humedad de la materia prima recepcionada, se procederá a separar los cuescos que sean gruesos y no cumplan con el tamaño estipulado, para lo cual se realiza un tamizado; el material grueso que no pase la malla del tamiz U.S.S. No. 6 (para un diámetro de partícula de 3.35 mm), será entonces triturado, lo que se hace con base en un estudio de tamizado realizado al cuesco colombiano (Gómez, Klose, & Rincón, 2010), que busca caracterizarlo evitando operaciones adicionales de molienda y tamizado, y cuyos resultados se muestran continuación en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. Análisis del tamaño de granos del Cuesco de Palma

Tamaño x mm	≥ 3.15	≤ 3.15 bis 2	≤ 2 bis 1	≤ 1	Suma
Fracción	20.0	42.0	36.4	1.4	99.8

másica %					
-----------------	--	--	--	--	--

Fuente: (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)

De acuerdo a lo anterior se debe esperar que entonces quede retenido a lo sumo un 20% de la materia prima. Se tiene un flujo de cuesco de palma africana (CPA):

$$232.34 \frac{kg\ CA}{h} \cdot \frac{7\ kg\ CPA}{1\ kg\ CA} = 1628.9 \frac{kg\ CPA}{h}$$

Por tanto, el 20% es la cantidad de CPA a moler:

$$0.2 \cdot 1628.9 \frac{kg\ CPA}{h} = 325.78 \frac{kg\ CPA}{h} = 716.72 \frac{lb\ CPA}{h}$$

Tomando como referencia información de moliendas realizadas para cáscara de coco (Perry & Green, 2001), un poco más dura que la de cuesco de palma africana), se encuentra que el índice de trabajo para este material es de aproximadamente 100.14 para una dureza de 99.36%, y si estos tienen un comportamiento directamente proporcional entre sí, podríamos establecer que para el cuesco de palma que tiene una dureza entre 88 y 96% es decir 92% en promedio, su índice de trabajo sería:

$$92\% \cdot \frac{100.14}{99.36\%} = 92.72$$

Para calcular la potencia suministrada al molino, se debe aplicar la Ley de Bond:

$$P = 0.3162 \dot{m} W_i \left(\frac{1}{\sqrt{D_f}} - \frac{1}{\sqrt{D_i}} \right)$$

Donde

P : Potencia en kW

\dot{m} : Capacidad de molienda en t/h

W_i : Índice de Trabajo que depende del material

D_i : Diámetro inicial o de alimento en mm

D_f : Diámetro final o de producto en mm

Los valores de las variables para este caso:

$$\dot{m} = 325.78 \frac{kg\ CPA}{h} = 0.32578 \frac{t}{h}$$

$$W_i = 92.72$$

$$D_i = 3.15 \text{ mm}$$

$$D_f = \frac{2 \text{ mm} + 3.35 \text{ mm}}{2} = 2.675 \text{ mm}$$

Reemplazando éstos valores en la Ley de Bond:

$$P = 0.3162 \dot{m} W_i \left(\frac{1}{\sqrt{D_f}} - \frac{1}{\sqrt{D_i}} \right)$$

$$P = 0.3162 \cdot 0.32578 \frac{t}{h} \cdot 92.72 \left(\frac{1}{\sqrt{2.675 \text{ mm}}} - \frac{1}{\sqrt{3.15 \text{ mm}}} \right)$$

$$P = 0.45820 \text{ kW} = 0.61457 \text{ HP} \approx \frac{1}{2} \text{ HP}$$

En conclusión se requiere de un molino de martillo de medio caballo de potencia (0.5 HP) y 350 kg/h de capacidad.

3.5.4.3 Tolva

La tolva debe tener una capacidad de 1628.9 kg CPA/h que siendo la densidad a granel de 773 kg/m³ para el CPA durante 1.5 h de operación se requiere un volumen de:

$$1.5 \text{ h} \cdot 1628.9 \frac{\text{kg CPA}}{h} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{773 \text{ kg CPA}} = 3.16 \text{ m}^3$$

Tomando una relación altura, H , a diámetro, D , de 1.5, se tiene que:

$$\frac{H}{D} = 1.5$$

Despejando la altura, H :

$$H = 1.5D$$

y reemplazando en la ecuación de volumen

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 H = \frac{1}{4} \pi D^2 (1.5D) = \frac{3}{8} \pi D^3$$

Despejando el diámetro D y reemplazando:

$$D = \sqrt[3]{\frac{8V}{3\pi}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 3.16 \text{ m}^3}{3\pi}} = 1.3896 \text{ m} \approx 1.40 \text{ m}$$

Así:

$$H = 1.5D = 1.5 \cdot 1.3896 \text{ m} = 2.0843 \text{ m} \approx 2.10 \text{ m}$$

Las dimensiones del cilindro de la tolva serán de 1.40 m de diámetro y 2.10 m de alto.

Para el diseño de una tolva, el ángulo de descarga es una variable crucial, ya que dependiendo de ésta podrá obtenerse una descarga uniforme y más o menos rápida; se aconseja trabajar con un ángulo óptimo de aproximadamente 55° , valor que se tomará. También la abertura de descarga es una variable de diseño importante que de acuerdo a las recomendaciones debe tener un diámetro de por lo menos seis veces el tamaño de la partícula. Para este proyecto el diámetro promedio del cuesco es de 2.675 mm por lo que el diámetro de abertura de descarga debe tener un valor mínimo de $6 \cdot 2.675 \text{ mm} = 16.05 \text{ mm}$. Se toma la decisión de que la abertura de descarga tenga un valor de 5 cm .

3.5.4.4 Horno de Carbonización

Tanto para el horno de carbonización como para el de activación se consideraran hornos rotatorios que son los recomendados para producción continua, el cual se presenta en la figura 2.11

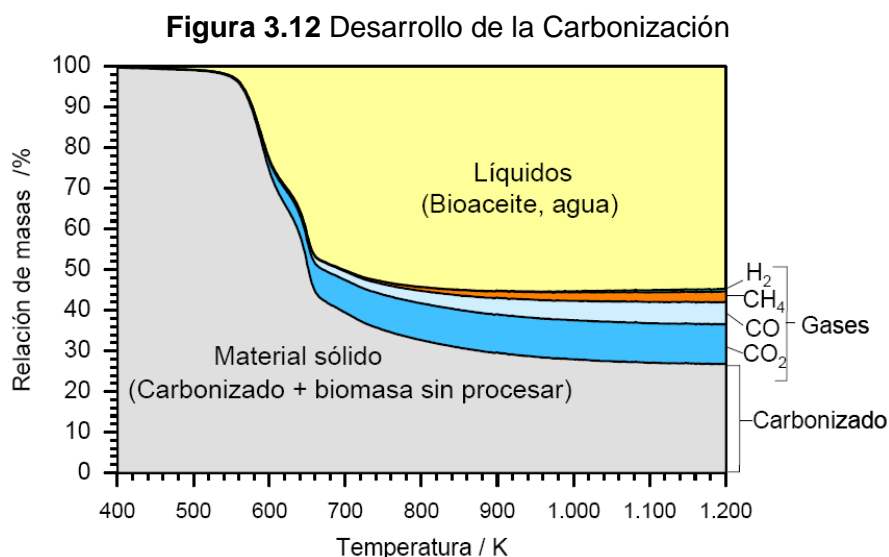
Figura 3.11. Horno Rotatorio



Fuente: Perry & Green, 2001

– Balance de Masa

Dado que pruebas experimentales han mostrado que el mejor rendimiento se da a una temperatura de 600°C durante 1.5 horas (ver Figura 3.12). Ahora de acuerdo a la siguiente gráfica sobre la carbonización de cuesco de palma en una equipo de termogravimetría (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)



Fuente: (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)

Lo que muestra que a 600°C (873.15 K) se tienen que aproximadamente la composición de fases es del 52% para líquido, 31% para sólido y el 17% para gases. Para los gases la composición másica del 17% se distribuye aproximadamente en 10% de CO₂, 5% de CO y 2% de CH₄. Lo que significa que en el total de los gases el 58.82% es CO₂, 29.41% CO y el 11.77% CH₄. Transformando la composición másica de los gases a composición en moles, partiendo de una base de cálculo de 100 g de gas producido:

$$58.82 \text{ g } CO_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} = 1.336818 \text{ mol } CO_2$$

$$29.41 \text{ g } CO \cdot \frac{1 \text{ mol } CO}{28 \text{ g } CO} = 1.050557 \text{ mol } CO$$

$$11.77 \text{ g } CH_4 \cdot \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16 \text{ g } CH_4} = 0.735625 \text{ mol } CH_4$$

Es decir que las moles totales son:

$$1.336818 \text{ mol } CO_2 + 1.050557 \text{ mol } CO_2 + 0.735625 \text{ mol } CH_4 = 3.123 \text{ mol gases}$$

Las composiciones molares de los gases serán respectivamente:

$$\% CO_2 = \frac{1.336818 \text{ mol } CO_2}{3.123 \text{ mol total}} \cdot 100\% = 42.81\%$$

$$\% CO = \frac{1.050557 \text{ mol } CO}{3.123 \text{ mol total}} \cdot 100\% = 33.64\%$$

$$\% CH_4 = \frac{0.735625 \text{ mol } CH_4}{3.123 \text{ mol total}} \cdot 100\% = 23.55\%$$

Entonces en moles la composición de los gases es 42.81% de CO_2 , 33.64% de CO y 23.55% de CH_4 .

La masa molar promedio de los gases de salida, \bar{M} , es simplemente ponderando con la anterior composición molar las masas molares de cada gas M_i :

$$\bar{M} = \sum \%Gas_i \cdot M_i = 42,81\% \cdot 44 \frac{g}{mol} + 33.64\% \cdot 28 \frac{g}{mol} + 23.55\% \cdot 16 \frac{g}{mol}$$

$$\bar{M} = 32.02 \frac{g}{mol}$$

La masa molar también se había podido calcular simplemente sabiendo que en los 100 g de gases habían 3.123 mol:

$$\bar{M} = \frac{100 \text{ g}}{3.123 \text{ mol}} = 32.02 \frac{g}{mol}$$

Si la condición de presión del horno es de 1 atm (nivel del mar), entonces la densidad de los gases, ρ , a 600°C (873,15 K) se determina a partir de los gases ideales:

$$\rho = \frac{P\bar{M}}{RT}$$

Donde R es la constante universal de los gases cuyo valor es

$$R = 0.0820575 \frac{atmL}{molK}$$

Por lo tanto la densidad del gas es:

$$\rho = \frac{P\bar{M}}{RT} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 32.02 \frac{g}{mol}}{0.0820575 \frac{atmL}{molK} \cdot 873.15 K} = 0.4469 \frac{g}{L} = 0.4469 \frac{kg}{m^3}$$

El caudal de gases que maneje el horno será entonces:

$$232.34 \frac{kg \text{ CA}}{h} \cdot \frac{7 \text{ kg CPA}}{1 \text{ kg CA}} \cdot \frac{17 \text{ kg gases}}{100 \text{ kg CPA}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ gases}}{0.4469 \text{ kg gases}} = 2.14 \frac{\text{m}^3 \text{ gases}}{h}$$

Como el tiempo de lote es de 1.5 horas se tiene que el volumen de gas en una cochada es:

$$V_{gas} = 1.5 h \cdot 2.14 \frac{\text{m}^3 \text{ gases}}{h} = 3.21 \text{ m}^3 \text{ gases}$$

– Dimensionamiento

Se sabe que en un horno rotatorio a medida que gira, los gases de carbonización tienden a localizarse en mayor proporción en la parte superior. Además se va a alimentar el CPA al horno de tal forma que se ocupe el 20.89% de la capacidad. Calculando por el lado del cuesco, primero se determina el volumen de CPA, usando la densidad a granel del CPA:

$$1.5 h \cdot \frac{232.34 \text{ kg CA}}{h} \cdot \frac{7 \text{ kg CPA}}{1 \text{ kg CA}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ CPA}}{1208 \text{ kg CPA}} = 2.0195 \text{ m}^3 \text{ CPA}$$

El cual, como ya se había mencionado anteriormente, corresponde al 20.89% de la carga en el horno, por tanto, la capacidad del horno será:

$$\frac{2.0195 \text{ m}^3}{0.2089} = 9.6673 \text{ m}^3$$

Este volumen se dispondrá en una geometría cilíndrica, por lo tanto se requiere dimensionar el largo, \underline{L} , y diámetro, \underline{D} ; la relación entre estos dos, es decir L/D , se recomienda que este entre 10 y 35 (Perry & Green, 2001), por lo que se toma un valor de 10. Dado lo anterior se sabe que el volumen de un cilindro es:

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 L$$

Y con la relación:

$$\frac{L}{D} = 10$$

Despejando el largo, L :

$$L = 10D$$

y reemplazando en la ecuación de volumen

$$V = \frac{1}{4}\pi D^2 \cdot 10D = \frac{5}{2}\pi D^3$$

Despejando el diámetro D y reemplazando:

$$D = \sqrt[3]{\frac{2V}{5\pi}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 9.6673 \text{ m}^3}{5\pi}} = 1.072 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

Por tanto L :

$$L = 10D = 10 \cdot 1.07 \text{ m} = 10.72 \text{ m} \approx 11 \text{ m}$$

La masa que se carga de cuesco es de:

$$0.2089 \cdot 9.6661 \text{ m}^3 \cdot 1208 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2439.57 \text{ kg}$$

Recalculando la nueva capacidad del horno con las dimensiones estandarizadas se tiene:

$$V = \frac{1}{4}\pi D^2 L = \frac{1}{4}\pi \cdot (1 \text{ m})^2 \cdot 11 \text{ m} = 8.64 \text{ m}^3$$

– Determinación del ángulo de rotación y velocidad de rotación del horno

Éste depende del tiempo de residencia del proceso de carbonización que a su vez es función de las propiedades físico-químicas del cuesco de palma africana y del tipo de carbón activado que se quiera; por experimentaciones previas ya se había establecido un tiempo de 1,5 horas.

Para garantizar un buen contacto entre el gas y el carbón, las aspas incorporadas en las paredes del horno levantan el carbón dentro del horno hasta cierta altura hasta que lo dejan de sostener. Durante la rotación del horno, cuando el carbón cae logra avanzar una determinada longitud sobre la pared inferior.

Para encontrar dimensiones del horno como la longitud del horno, \underline{L} (en m), y el diámetro interior del horno, \underline{D} (en m), así como el tiempo de residencia, \underline{t} (en h) Heiligenstaedt estableció las dos siguientes correlaciones en función de

parámetros como la frecuencia angular, n (en rpm), la inclinación respecto a la horizontal, ϕ (en grados), la fracción de sección transversal ocupada, ϕ (entre 0.08 y 0.15), la capacidad del horno, C (en t/d), y el volumen interno del horno, V (en m^3) (Perry & Green, 2001):

$$C = 148n\phi D^3 V \tan\phi$$

$$t = \frac{L}{60\pi n D \tan\phi}$$

Para los valores:

$$t = 1.5 \text{ h}$$

$$L = 10.72 \text{ m}$$

$$D = 1.072 \text{ m}$$

La capacidad C para el Cuesco en t/d es:

$$C = 232.34 \frac{\text{kg CA}}{\text{h}} \cdot \frac{7 \text{ kg CPA}}{1 \text{ kg CA}} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \cdot \frac{8 \text{ h}}{1 \text{ d}} = 13.01 \frac{\text{t}}{\text{d}}$$

El sistema anterior queda resuelto para los valores de:

$$\phi = 2.82^\circ \text{ y } n = 0.7175 \text{ rpm}$$

En resumen el horno rotatorio de carbonización tiene las siguientes características 11 metros de largo, 1 m de diámetro interno, 2.82° de ángulo de inclinación, 0.72 RPM de velocidad de rotación, una carga de 2.4 t (20% de la capacidad del horno) de cuesco de palma africana se carbonizará a 600°C durante 1.5 h, para generar 700 kg de carbonizado que posteriormente se activaran.

– Balance de Energía

La pared del horno está conformado por ladrillo refractario; para evaluar el calor requerido para el calentamiento del horno, se requiere conocer las propiedades del ladrillo refractario (Perry & Green, 2001) como la densidad ($\rho = 2640 \text{ kg/m}^3$) y el calor específico ($c_p = 0.96 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$).

Conocidas las dimensiones del horno con una longitud de 11 m y un diámetro de 1 m y dado que el bloque refractario tiene aproximadamente un espesor de 6 cm (0.06 m), por tanto el volumen ocupado por el refractario en función del diámetro interno y externo será:

$$V = \frac{1}{4}\pi(D_e^2 - D_i^2)L = \frac{1}{4}\pi[(1m + 0.06m)^2 - (1m)^2] \cdot 11m = 1.0678 m^3$$

Por tanto la masa de ladrillo:

$$m = \rho V = 1.0678 m^3 \cdot 2640 \frac{kg}{m^3} = 2818.99 kg$$

Si el calentamiento se realiza desde una temperatura inicial de 25°C hasta una final de 600°C en el horno de carbonización.

Para calcular el calor en el calentamiento de la pared refractaria durante la carbonización:

$$Q = mc_p \Delta T = 2818.99 kg \cdot 0.96 \frac{kJ}{kg^\circ C} (600^\circ C - 25^\circ C) = 1556083.58 kJ$$

Partiendo desde 25°C, el calor para llevar el producto alquitrán hasta 600°C evaluado desde su composición es de 354.72 kcal/kg (1485.20 kJ/kg) durante la carbonización, mientras que para el licor (líquido: bioaceite y agua) es de 705.46 kcal/kg (2953.76 kJ/kg), (Díaz, 2001).

Mientras tanto el carbonizado tiene un calor específico aproximado de 1.1305 kJ/kg°C, por lo que el calor requerido por unidad de masa (kg) desde 25°C hasta 600°C es:

$$1.1305 \frac{kJ}{kg^\circ C} (600^\circ C - 25^\circ C) = 650.04 \frac{kJ}{kg}$$

Para los gases el calor específico promedio depende de la composición másica de la mezcla gaseosa la cual es de 58.82% es CO₂, 29.41% CO y el 11.77% CH₄; para los cuales aproximadamente los calores específicos son 1.0685 kJ/kg°C, 1.0836 kJ/kg°C y de 15.4500 kJ/kg°C, respectivamente. Ponderado para hallar el calor específico promedio:

$$c_p = 0.5882 \cdot 1.0685 \frac{kJ}{kg^\circ C} + 0.2941 \cdot 1.0836 \frac{kJ}{kg^\circ C} + 0.1177 \cdot 15.4500 \frac{kJ}{kg^\circ C}$$

$$\bar{c}_p = 2.9869 \frac{kJ}{kg^\circ C}$$

Por tanto el calor por kg de gas es:

$$2.9869 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} (600^{\circ}C - 25^{\circ}C) = 1717.47 \frac{kJ}{kg}$$

Para el CPA la composición de fases generada durante la carbonización es del 52% para líquido, 31% para sólido y el 17% para gases. Considerando que de la parte solida se genera adicionalmente en masa 76.51% de carbonizado, 8.25% de alquitrán, 9.33% de gas, 5.91% de licor (Díaz, 2001), se recalcula las proporciones de cada uno de los componentes, tomando una base de cálculo de 100 kg de CPA, se tienen 31 kg de sólido, los cuales a su vez generan:

$$\text{Carbonizado: } 76.51\% \cdot 31 \text{ kg} = 23.7181 \text{ kg}$$

$$\text{Alquitrán: } 8.25\% \cdot 31 \text{ kg} = 2.5525 \text{ kg}$$

$$\text{Gas: } 9.33\% \cdot 31 \text{ kg} = 2.8923 \text{ kg}$$

$$\text{Licor: } 5.91\% \cdot 31 \text{ kg} = 1.8321 \text{ kg}$$

Así que el totalizando el gas y el licor:

$$\text{Gas: } 2.8923 \text{ kg} + 17 \text{ kg} = 19.8923 \text{ kg}$$

$$\text{Licor: } 1.8321 \text{ kg} + 52 \text{ kg} = 53.8321 \text{ kg}$$

Organizando en una tabla, Tabla 3.10 junto con el calor por kg requerido para cada uno de los componentes:

Tabla 3.10 Proporciones de cada uno de los componentes

Producto	Carbonizado C	Alquitrán A	Gas G	Licor L	Total
%	23.72	2.56	19.89	53.83	100
kJ/kg	650.04	1485.20	1717.47	2953.73	2123.81

Fuente: Los autores

Este último valor (2123.81 kJ/kg) se cálculo de la siguiente manera:

$$0.2372 \frac{kg \text{ C}}{kg \text{ CPA}} \cdot 650.04 \frac{kJ}{kg \text{ C}} + 0.0256 \frac{kg \text{ A}}{kg \text{ CPA}} \cdot 1485.20 \frac{kJ}{kg \text{ A}} + 0.1989 \frac{kg \text{ G}}{kg \text{ CPA}} \cdot 1717.47 \frac{kJ}{kg \text{ G}} + 0.5383 \frac{kg \text{ L}}{kg \text{ CPA}} \cdot 2953.73 \frac{kJ}{kg \text{ L}} = 2123.81 \frac{kJ}{kg \text{ CPA}}$$

Como cuesto que se está alimentando,

$$232.34 \frac{kg \text{ CA}}{h} \cdot \frac{7 \text{ kg CPA}}{1 \text{ kg CA}} = 1626.38 \frac{kg \text{ CPA}}{h}$$

Durante el tiempo de operación:

$$1.5 \text{ h} \cdot \frac{1626.38 \text{ kg CPA}}{1 \text{ h}} = 2439.57 \text{ kg CPA}$$

Entonces el calor requerido por el CPA durante la carbonización es:

$$2439.57 \text{ kg CPA} \cdot 2123.81 \frac{2123.81 \text{ kJ}}{\text{kg CPA}} = 5181183.16 \text{ kJ}$$

En total, y considerando el calor consumido por el refractario:

$$1556083.58 \text{ kJ} + 5181183.16 \text{ kJ} = 6737266.74 \text{ kJ}$$

Y considerando un 5% en pérdidas de calor al ambiente:

$$0.05 \cdot 6737266.74 \text{ kJ} = 336863.34 \text{ kJ}$$

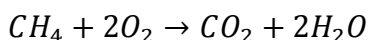
Para un total final de:

$$1.05 \cdot 6737266.74 \text{ kJ} = 6737266.74 \text{ kJ} + 336863.34 \text{ kJ} = 7074130.08 \text{ kJ}$$

Este calor (7074130.08 kJ) es el requerido para un lote en el horno de carbonización.

- Cantidad de humos requerido

El anterior calor debe ser suministrado por los humos o gases de combustión producto de la quema de gas natural, que se considera, para efectos prácticos de cálculo, como gas metano y que se quema sin exceso de aire en una combustión completa. De esta forma simplificada se tiene la reacción de combustión, ya balanceada:



Como la quema del combustible (Gas Natural) es con aire quien provee oxígeno (21% molar), en éste también se tiene la presencia del gas nitrógeno (N_2) en un 79% molar del aire, el cual es inerte durante la combustión. Los humos o gases de combustión, son los productos de la reacción, es decir dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), además del nitrógeno que ingreso en el aire. De acuerdo a la estequiometria, por cada kgmol de metano CH_4 se requieren 2 kgmol de gas oxígeno (O_2), y se generan un kgmol de dióxido de carbono (CO_2) y 2 kgmol de agua (H_2O) por tanto el nitrógeno presente en humos es:

$$2 \text{ kgmol } O_2 \cdot \frac{79 \text{ kgmol } N_2}{21 \text{ kgmol } O_2} = 7.5238 \text{ kgmol } N_2$$

Luego los humos tienen en total:

$$7.5238 \text{ kgmol } N_2 + 1 \text{ kgmol } CO_2 + 2 \text{ kgmol } H_2O = 10.5238 \text{ kmol}$$

En la siguiente Tabla 3.11 se organizan los resultados anteriores así como la composición (%) molar:

Tabla 3.11. Composición de los humos

GAS	Kgmol	% (molar)
N_2	7.5238	71.49
CO_2	1.0000	9.50
H_2O	2.000	19.01
HUMOS	10.5238	100.00

Fuente: Los autores

Se asume que los humos ingresan al horno a 650°C y egresan a 250°C, por lo que la temperatura promedio es de 450°C (723.15 K). También agregando la masa molar y el calor específico molar, \bar{c}_p (Cengel, 2009) se puede establecer otra Tabla 3.12, en la cual se realizan promedios ponderados para determinar en los humos tanto la masa molar 27.62 kg/kgmol como el calor específico molar de 33.97 kJ/kgmol°C.

Tabla 3.12 Gases de combustión o humos

GAS	% (molar)	MASA MOLAR kg/kgmol	\bar{c}_p kJ/kgmol°C
N_2	71.49	28	30.82
CO_2	9.50	44	49.77
H_2O	19.01	18	37.92
HUMOS	100.00	27.62	33.97

Fuente: Los autores

Luego el calor específico de los humos es:

$$c_p = 33.97 \frac{\text{kJ}}{\text{kgmol}^\circ\text{C}} \cdot \frac{1 \text{ kgmol}}{27.62 \text{ kg}} = 1.23 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

El calor por kg de humo que deben transferirse es:

$$1.23 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot (650^\circ\text{C} - 250^\circ\text{C}) = 492 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Se considera que el horno se encuentra trabajando en estado estable y que el calor que suministra el gas corresponde a la diferencia entre el calor entregado

tanto por el alquitrán (2.56 % de 5181183.16 kJ) como por el gas producido (19.98% de 5181183.16 kJ), y las pérdidas en el horno (336863.34 kJ), es decir:

$$(0.0256 + 0.1998) \cdot 5181183.16 \text{ kJ} - 336863.34 \text{ kJ} = 831002.34 \text{ kJ}$$

Luego la cantidad de de humos requeridos es de:

$$831002.34 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{492 \text{ kJ}} = 1689.03 \text{ kg Humos}$$

Que corresponde a

$$1689.03 \text{ kg Humos} \cdot \frac{1 \text{ kgmol humos}}{27.62 \text{ kg humos}} = 61.15 \text{ kgmol humos}$$

De los cuales el 71.49% corresponde al nitrógeno, por lo tanto:

$$0.7149 \frac{\text{kgmol } N_2}{\text{kgmol humos}} \cdot 61.15 \text{ kmol humos} = 43.72 \text{ kgmol } N_2$$

Lo cual permite calcular la cantidad de aire alimentado:

$$43.72 \text{ kgmol } N_2 \cdot \frac{100 \text{ kgmol aire}}{79 \text{ kgmol oxígeno}} = 55.34 \text{ kgmol aire}$$

De los cuales el 21% es oxígeno:

$$0.21 \frac{\text{kgmol } O_2}{\text{kgmol aire}} \cdot 55.34 \text{ kmol aire} = 11.62 \text{ kgmol } O_2$$

De acuerdo a la estequiometria para un determinado número de moles de metano CH_4 , se requiere el doble de oxígeno (O_2), se puede saber el gas natural (GN) requerido en la quema para generar los humos es:

$$11.62 \text{ kgmol } O_2 \cdot \left(\frac{1 \text{ kgmol } CH_4}{2 \text{ kgmol } O_2} \right) = 5.81 \text{ kgmol } CH_4$$

Que en masa corresponde aproximadamente a:

$$5.81 \text{ kgmol } CH_4 \cdot \frac{16 \text{ kg } CH_4}{1 \text{ kgmol } CH_4} = 92.97 \text{ kg GN}$$

De acuerdo a la información de la figura acerca de la termogravimetría de la carbonización en función de la temperatura (Gómez, Rincón, & Klose, 2008) se observa que la producción de gases combustibles ocurre desde una temperatura de aproximadamente 600 K es decir 326.85°C y llevando a cabo el calentamiento

a una tasa de 5°C/min., ya que las tasas de calentamiento bajas (<100°C/min.) promueven la formación de carbonizado con estructuras porosas adecuadas y altos rendimientos (25-30%) desde el CPA en base seca y libre de humedad. Por lo tanto el tiempo requerido durante la combustión del gas natural partiendo desde 25°C es de:

$$(326.85^{\circ}\text{C} - 25) \cdot \frac{1 \text{ min.}}{5^{\circ}\text{C}} = 60.37 \text{ min} = 3622.2 \text{ s}$$

El flujo de calor a suministrar para tal efecto es:

$$\dot{Q} = \frac{831002.34 \text{ kJ}}{3622.2 \text{ s}} = 229.42 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = 229.42 \text{ kW}$$

El metano tiene un poder calorífico inferior de 50050 kJ/kg (Cengel, 2009) por lo tanto el flujo de GN para el calentamiento viene dado de la siguiente manera:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{PCI} = \frac{229.42 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{50050 \frac{\text{kJ}}{\text{kg GN}}} = 0.00045838 \frac{\text{kg GN}}{\text{s}} = 16.50 \frac{\text{kg GN}}{\text{h}}$$

Para la selección y adquisición del quemador se requiere transformar dicho flujo a un caudal en condiciones normales, es decir que una mol ocupe un espacio de 22.4140 L ó $22.4140 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, entonces un kgmol ocupará 22.4140 Nm^3 ; el prefijo “N” en la unidad Nm^3 significa en condiciones estándar o “Normales”. Recordando que la masa molar del metano era 16, se tiene:

$$16.5 \frac{\text{kg GN}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kgmol}}{16 \text{ kg}} \cdot \frac{22.4140 \text{ Nm}^3}{1 \text{ kgmol}} = 23.12 \frac{\text{Nm}^3 \text{ GN}}{\text{h}}$$

Se disponen de quemadores de GN que manejan flujo de $20 \text{ Nm}^3/\text{h}$ cada uno, por lo que se requieren:

$$23.12 \frac{\text{Nm}^3 \text{ GN}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ quemador}}{20 \frac{\text{Nm}^3 \text{ GN}}{\text{h}}} = 1.2 \cong 1$$

Por lo que se requiere 1 quemador de $20 \text{ Nm}^3 \text{ GN}/\text{h}$.

– Descripción

Consta de un cuerpo cilíndrico de acero, cuyas dimensiones son 1 metro de diámetro interno y 11 metros de largo, 2.82° de ángulo de inclinación, 0.72 RPM de velocidad de rotación, una carga de 2.4 t (20% de la capacidad del horno) de cuesco de palma africana se carbonizará a 600°C durante 1.5 h, para generar 700

kg de carbonizado que posteriormente se activaran; cabe anotar que en este equipo también se realizará el secado del material. Se usarán ladrillos refractarios en la parte interior del mismo con una capa exterior de aislante térmico y una lámina que sostenga dicho aislante; el recubrimiento refractario tendrá 6.0 cm de espesor tipo U-33, material sílico aluminoso, con buena plasticidad y alto punto de fusión, que además posee una alta resistencia tanto al ataque químico como al choque térmico. Para hacer rotar al horno se colocarán anillos de acero que tendrán la función de estar en contacto con los apoyos que permitan la libre rotación, además de un engranaje, que será donde se genere la rotación para el horno. Se requiere un quemador de $20 \text{ Nm}^3 \text{ GN/h}$.

Otros elementos y accesorios del horno a ser tenidos en cuenta son:

- El sistema de alimentación será una tapa que tendrá una resbaladilla por la cual se alimenta la materia prima con el tamaño adecuado al horno rotatorio.
- Un sistema de quemadores instalado en sentido contrario a la entrada, de los cuales se hablará más adelante.
- Un ventilador de tiro que aspirará todos los gases generados en el horno y que permitirá la entrada del aire al proceso de combustión.
- Dos guías tipo perfil conformado soldadas al cuerpo, las cuales se encajan en ruedas metálicas.
- Una cremallera en acero fundido o mecanizado, fijada por pernos al cilindro (cuerpo) y engranaje en acero con paso equivalente al de la cremallera, el cual, por la acción de un motorreductor de 3 HP, dará movimiento al cilindro.
- Una tolva de alimentación con válvula de paleta para la dosificación del material a manejar (con ajuste de velocidad).
- Un medidor de temperatura.
- Una tapa de descarga. Características similares a la tapa de alimentación de materia prima, excepto porque se encuentra ubicado el quemador.
- Estructura soporte. Tipo perfil normalizado (acero al carbono). Estará dividida en 2 partes. Una parte móvil con base y ejes para pivote; ubicación de transmisión y ruedas soportes y mecanismo de acción mecánica para ajuste del ángulo de trabajo del horno. Una parte fija que conectará con la móvil y soportará todo el conjunto.
- A la salida del horno estará el descargador de carbón que será un transportador sinfín y tendrá las siguientes características: Transportador tipo sinfín, tipo canoa con espira helicoidal. Consta de tubo eje, ejes de extremos, tapas frontales bridadas, Boca de carga acoplada mediante brida a la descarga del horno. Boca de descarga, base motor y Motorreductor de $\frac{1}{2}$ HP, Transmisión por piñones y cadena.

- El horno dispone de una salida de gases, estos serán llevados a un lavador, para evitar la exposición de agentes tóxicos al ambiente.

3.5.4.5 Horno de Activación

– Dimensionamiento

Del carbonizado generado se cargarán 700 kg al siguiente horno rotatorio para activarlos a 900°C y así producir 350 kg de CA en 1.5 h, para cumplir con los 233 kg de CA proyectados.

La capacidad de carbonizado (C) en este horno será:

$$C = 232.34 \frac{kg\ CA}{h} \cdot \frac{2\ kg\ C}{1\ kg\ CA} \cdot \frac{1\ t}{1000\ kg} \cdot \frac{8\ h}{1\ d} = 3.7174 \frac{t}{d}$$

Mientras que el volumen que ocupe en un lote dentro del horno el carbonizado, de acuerdo a su densidad a granel, será:

$$1.5\ h \cdot \frac{232.34\ kg\ CA}{h} \cdot \frac{2\ kg\ C}{1\ kg\ CA} \cdot \frac{1\ m^3\ C}{1397\ kg\ C} = 0.48894\ m^3\ C$$

Contemplando que este volumen corresponde al 4.46% del horno de activación

$$\frac{0.48894\ m^3}{0.0446} = 11.1784\ m^3$$

Con una relación longitud a diámetro de 10 se calculan de la misma forma que el horno las dimensiones del horno:

$$D = \sqrt[3]{\frac{2V}{5\pi}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 11.1784\ m^3}{5\pi}} = 1.125\ m \approx 1\ m$$

Por tanto L:

$$L = 10D = 10 \cdot 1.125 = 11.249\ m \approx 11\ m$$

La masa que se carga de carbonizado es de:

$$0.0446 \cdot 11.1784\ m^3 \cdot 1397 \frac{kg}{m^3} = 697.02\ kg$$

Recalculando la nueva capacidad del horno de activación con las dimensiones estandarizadas se tiene con son las mismas que las del horno de carbonización

$$V = \frac{1}{4}\pi D^2 L = \frac{1}{4}\pi \cdot (1\text{ m})^2 \cdot 11\text{ m} = 8.64\text{ m}^3$$

El cálculo del ángulo de inclinación y de las rpm presentaron los mismos resultados del horno de carbonización:

$$\varphi = 2.82^\circ \text{ y } n = 0.7175\text{ rpm}$$

En resumen el horno rotatorio de activación es idéntico al de carbonización ya que es de 11 metros de largo, 1 m de diámetro interno, 2.82° de ángulo de inclinación y 0.72 RPM de velocidad de rotación, que opera también durante 1.5 h, con la diferencia que lo hace a 900°C y que debe cargarse con 700 kg de carbonizado (casi el 5% de la capacidad del horno) y vapor de agua para producir alrededor de 350 kg de carbón activado.

La situación de tener dos hornos idénticos deja abierta la posibilidad de en un mismo reactor realizar todo el proceso.

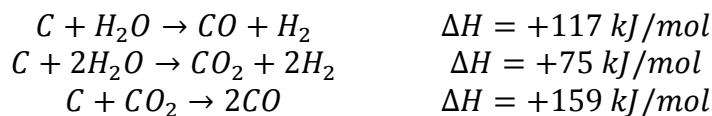
– Balance de Energía

Si el calentamiento se realiza desde una temperatura inicial de 25°C hasta una final de 900°C en el horno de activación,

Para calcular el calor requerido para el calentamiento del refractario durante la activación:

$$Q = mc_p \Delta T = 2818.99\text{ kg} \cdot 0.96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (900^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 2367951.60\text{ kJ}$$

Las reacciones principales que ocurren en la activación son:



Considerando que las tres reacciones tienen la misma oportunidad de realizarse, se suman para unificar en una sola reacción:

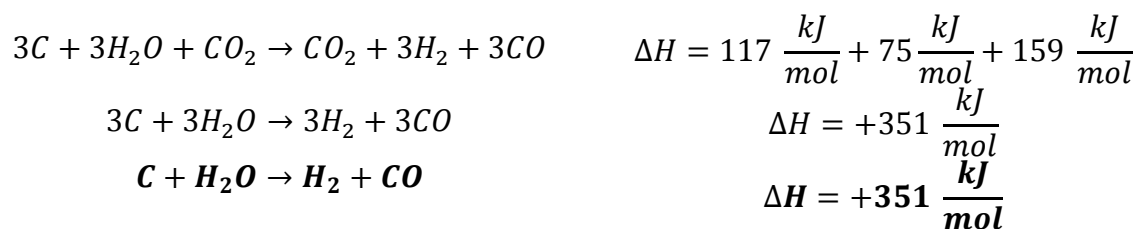
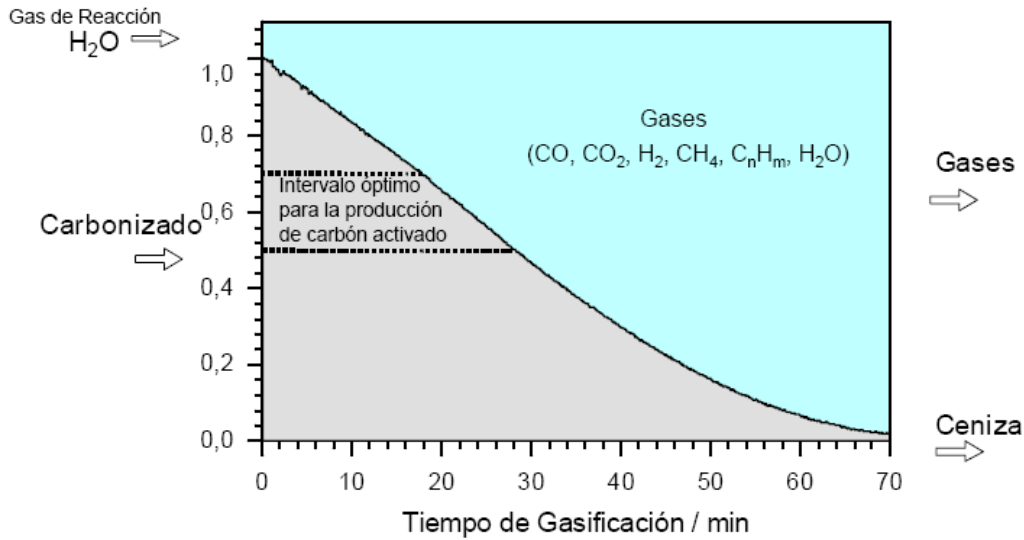


Figura 3.13. Desarrollo de la Activación



Fuente: (Gómez, Klose, & Rincón, 2010)

En la Figura 3.13 se observa que dentro del intervalo óptimo para la producción de carbón activado está que el carbonizado debe sufrir una reducción entre el 70% y el 50%; se decidió trabajar con el 50%, lo que significa que por cada kg de CA se requieren 2 kg de Carbonizado. Asumiendo que todo el carbonizado es carbón, se tiene que la cantidad de carbón requerido en la carga del horno de activación es:

$$1.5 \text{ h} \cdot \frac{232.34 \text{ kg CA}}{\text{h}} \cdot \frac{2 \text{ kg C}}{1 \text{ kg CA}} = 697.02 \text{ kg C}$$

$$1697.02 \text{ kg C} \cdot \frac{1 \text{ kgmol C}}{12 \text{ kg C}} = 58.085 \text{ kgmol C}$$

De acuerdo a la reacción por cada mol de carbono (C) se requiere una mol de agua (H₂O), para generar una de gas hidrógeno (H₂) y otra de monóxido de carbono (CO), por tanto para 58.085 kmol de C se requieren la misma cantidad de kmol de H₂O, y se producen también las mismas cantidades de kmol de H₂ y CO.

Mientras tanto el carbonizado tiene un calor específico aproximado de 1.1305 kJ/kg°C, por lo que el calor requerido desde 25°C hasta 900°C es:

$$697.02 \text{ kg C} \cdot 1.1305 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (900^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 689483.47 \text{ kJ}$$

Considerando el agua, el hidrógeno y el monóxido de carbono, se tiene:

$$58.085 \text{ kgmol } H_2O \cdot \frac{18 \text{ kg } H_2O}{1 \text{ kgmol } H_2O} = 1045.53 \text{ kg } H_2O$$

Por ende el flujo de vapor requerido, durante 1.5 horas es:

$$\dot{m} = \frac{1045.53 \text{ kg } H_2O}{1.5 \text{ h}} = 697.02 \frac{\text{kg } H_2O}{h} = 1533.84 \frac{\text{lb } H_2O}{h}$$

Se usaría una caldera pirotubular de 45 BHP, con un flujo de 700 kg/h (1500 lb/h) de vapor y 150 psi, la cual se describirá más adelante.

Como el vapor de esta caldera es saturado a una presión de 150 psi se tiene una temperatura de saturación de 358.42°F (Cengel, 2009) que equivale a 181.34°C. Por tanto la temperatura promedio del agua que debe estar a 900°C durante la activación es de:

$$\frac{181.34^\circ\text{C} + 900^\circ\text{C}}{2} = 540.67^\circ\text{C}$$

El calor específico para el vapor de agua a 540.67 °C (813.82 K) es de 58.27 kJ/kgmol°C; el calor de formación para el agua es de −258830 kJ/kmol por tanto el calor tomado por el agua es:

$$58.085 \text{ kgmol } H_2O \cdot \left[-258830 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol } H_2O} + 58.27 \frac{\text{kJ}}{\text{kgmol } H_2O^\circ\text{C}} (900^\circ\text{C} - 181.34^\circ\text{C}) \right] \\ = -12601754.61 \text{ kJ}$$

El hidrógeno y el monóxido de carbono entran a 25°C y deben quedar a 900°C por lo que la temperatura promedio es de:

$$\frac{25^\circ\text{C} + 900^\circ\text{C}}{2} = 462.5^\circ\text{C} = 735.65 \text{ K}$$

Los calores específicos para estos gases a esta temperatura son 29.52 kJ/kgmol°C y 31.41 kJ/kgmol°C para el hidrógeno (H₂) y el monóxido de carbono (CO) respectivamente.

Para el hidrógeno el calor suministrado debe ser:

$$58.085 \text{ kgmol } H_2 \cdot 29.52 \frac{\text{kJ}}{\text{kgmol } H_2^\circ\text{C}} (900^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 1500335.55 \text{ kJ}$$

El calor de formación para el monóxido es −110530 kJ/kgmol°C entonces

$$58.085 \text{ kgmol CO} \cdot \left[-110530 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol CO}} + 31.41 \frac{\text{kJ}}{\text{kgmol CO}^\circ\text{C}} (900^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \right] \\ = -4823741.43 \text{ kJ}$$

Por ende para la reacción el calor a suministrarse debe ser:

$$= -4823741.43 \text{ kJ} + 1500335.55 \text{ kJ} - (-12601754.61 \text{ kJ} + 689483.47 \text{ kJ}) \\ = 8588865.26 \text{ kJ}$$

Sumando el calor requerido para el refractario, el total requerido es:

$$2367951.60 \text{ kJ} + 8588865.26 \text{ kJ} = 10956816.86 \text{ kJ}$$

Contemplando 5% de pérdidas a ambiente:

$$0.05 \cdot 10956816.86 \text{ kJ} = 547840.84 \text{ kJ}$$

Para un total final de calor requerido de:

$$1.05 \cdot 10956816.86 \text{ kJ} = 10956816.86 \text{ kJ} + 547840.84 \text{ kJ} = 11504657.7 \text{ kJ}$$

Este calor (11504657.7 kJ) es el requerido para un lote en el horno de activación.

Dicho calor va a ser suministrado por la combustión de gas natural (GN) de la misma forma como se da en el horno de carbonización, para lo cual simplemente se puede retomar la parte estequiométrica salvo algunos cambios en la temperatura de los humos.

- Cantidad requerida de humos

En este caso se asume que los humos ingresan al horno a 950°C y egresan a 250°C , por lo que la temperatura promedio es de 600°C (873.15 K); a esta temperatura los calores específicos molares para los gases de humos son (Cengel, 2009): $31.78 \text{ kJ/kgmol}^\circ\text{C}$ para el N_2 , $51.98 \text{ kJ/kgmol}^\circ\text{C}$ para el CO_2 y $39.57 \text{ kJ/kgmol}^\circ\text{C}$ para el H_2O . Así el calor específico molar promedio de los humos (que tienen la misma composición molar a la de los humos del horno de carbonización: 71.49% de N_2 , 9.50% de CO_2 y 19.01% de H_2O) será de $35.18 \text{ kJ/kgmol}^\circ\text{C}$, mientras que la masa molar seguirá siendo la misma, es decir 27.62 kg/kgmol .

Luego el calor específico de los humos es:

$$c_p = 35.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kgmol}^\circ\text{C}} \cdot \frac{1 \text{ kgmol}}{27.62 \text{ kg}} = 1.27 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

El calor por kg de humo que deben transferirse es:

$$1.27 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \cdot (950^{\circ}C - 250^{\circ}C) = 889 \frac{kJ}{kg}$$

El horno se encuentra trabajando en estado estable y que el calor que suministra el gas corresponde a la diferencia entre el calor entregado tanto por los gases producidos (19.98% de 11504657.7 kJ), y las pérdidas al ambiente (547840.84 kJ), es decir:

$$0.1998 \cdot 11504657.7 \text{ kJ} - 547840.84 \text{ kJ} = 1750789.77 \text{ kJ}$$

Luego la cantidad de de humos requeridos es de:

$$1750789.77 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{889 \text{ kJ}} = 1969.39 \text{ kg Humos}$$

Que corresponde a

$$1939.39 \text{ kg Humos} \cdot \frac{1 \text{ kgmol humos}}{27.62 \text{ kg humos}} = 71.30 \text{ kgmol humos}$$

De los cuales el 71.49% corresponde al nitrógeno, por lo tanto:

$$0.7149 \frac{\text{kgmol } N_2}{\text{kgmol humos}} \cdot 71.30 \text{ kmol humos} = 50.97 \text{ kgmol } N_2$$

Lo cual permite calcular la cantidad de aire alimentado:

$$59.97 \text{ kgmol } N_2 \cdot \frac{100 \text{ kgmol aire}}{79 \text{ kgmol oxígeno}} = 64.52 \text{ kgmol aire}$$

De los cuales el 21% es oxígeno:

$$0.21 \frac{\text{kgmol } O_2}{\text{kgmol aire}} \cdot 64.52 \text{ kmol aire} = 13.55 \text{ kgmol } O_2$$

$$13.55 \text{ kgmol } O_2 \cdot \left(\frac{1 \text{ kgmol } CH_4}{2 \text{ kgmol } O_2} \right) = 6.77 \text{ kgmol } CH_4$$

Que en masa corresponde aproximadamente a:

$$6.77 \text{ kgmol } CH_4 \cdot \frac{16 \text{ kg } CH_4}{1 \text{ kgmol } CH_4} = 108.94 \text{ kg GN}$$

De acuerdo a la información, de la hora y media de activación, una hora (60 min., 3600 s) es para lograr la temperatura de 900°C desde 25°C, y la media hora restante para la conversión, lo que implicaría una tasa de calentamiento de:

$$\frac{900^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{60 \text{ min}} = 14.58 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{min.}} \approx 15 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{min.}}$$

El flujo de calor a suministrar para tal efecto es:

$$\dot{Q} = \frac{1750789.77 \text{ kJ}}{3600 \text{ s}} = 486.33 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = 486.33 \text{ kW}$$

El metano tiene un poder calorífico inferior de 50050 kJ/kg (Cengel, 2009) por lo tanto el flujo de GN para el calentamiento viene dado de la siguiente manera:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{PCI} = \frac{486.33 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{50050 \frac{\text{kJ}}{\text{kg GN}}} = 0.0009717 \frac{\text{kg GN}}{\text{s}} = 34.98 \frac{\text{kg GN}}{\text{h}}$$

Que en condiciones normales sería un caudal de:

$$34.98 \frac{\text{kg GN}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kgmol}}{16 \text{ kg}} \cdot \frac{22.4140 \text{ Nm}^3}{1 \text{ kgmol}} = 49 \frac{\text{Nm}^3 \text{ GN}}{\text{h}}$$

Se disponen de quemadores de GN que manejan flujo de $50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ cada uno, por lo que se requieren:

$$49 \frac{\text{Nm}^3 \text{ GN}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ quemador}}{50 \frac{\text{Nm}^3 \text{ GN}}{\text{h}}} = 0.98 \cong 1$$

Por lo que se requiere 1 quemador de $50 \text{ Nm}^3 \text{ GN}/\text{h}$.

– Descripción

Las dimensiones son idénticas a las del horno de carbonización, también su ángulo de inclinación y velocidad de rotación, que opera también durante 1.5 h, con la diferencia que lo hace a 900°C y que debe cargarse con 700 kg de carbonizado (casi el 5% de la capacidad del horno) y vapor de agua para producir alrededor de 350 kg de carbón activado. El recubrimiento es el mismo del horno de carbonización. Debe tener un quemador de $50 \text{ Nm}^3 \text{ GN}/\text{h}$.

3.5.4.6 Quemadores

Se requieren dos (2) que operen con gas natural de tiro forzado, uno de $20 \text{ Nm}^3 \text{ GN}/\text{h}$ para el horno de carbonización y otro de $50 \text{ Nm}^3 \text{ GN}/\text{h}$ para el de activación.

3.5.4.7 Caldera

Con base en la siguiente Tabla 3.13 se hace la elección de la caldera:

Tabla 3.13. Selección de caldera

CALDERAS VERTICALES PARA VAPOR O AGUA CALIENTE								
CAPACIDAD MODELO B.H.P.	VAPOR LBS/HORA DE 212°F.	PRODUCCION AGUA GALON/HORA		COMBUSTIBLE		PESO NETO CALDERA LIBRAS	DIMENSIONES EN METROS	
		A 180°F.	A 140°F.	ACPM G.P.H.	GAS NT MT3 / H.		DIAM.	ALTO
6	207	200	300	1,8	6,6	984	0,73	1,50
8	276	267	400	2,4	8,5	1.110	0,73	1,80
10	345	336	504	3,0	10	1.490	0,88	1,68
15	518	502	753	4,5	15	1.749	0,88	2,10
20	690	670	1.005	6,0	20	2.392	1,04	2,10
30	1.035	1.000	1.500	9,1	30	2.810	1,20	2,10
40	1.380	1.340	2.010	12,1	40	3.525	1,20	2,40
50	1.725	1.670	2.500	15,2	50	3.994	1,20	2,75
60	2.070	2.000	3.000	18,0	60	4.640	1,40	2,75
70	2.400	2.340	3.508	21,0	70	5.100	1,50	2,75
80	2.750	2.678	4.016	24,0	80	5.600	1,60	2,75
100	3.450	3.348	5.020	30,0	100	6.800	1,70	3,00

Fuente: TECNİK Ltda.

Se requiere una caldera pirotubular vertical de camisa húmeda, 1 paso, con un flujo de vapor de agua de aproximadamente 700 kg/h (1500 lb/h) de vapor a 150 psi , (que se encuentra entre 40 y 50 BHP) y de trabajo 0 – 125 psi y una potencia térmica de 45 BHP. la cual al ser dual puede operar consumiendo 13.5 GPH (gal/h) de ACPM, o con $45 \text{ Nm}^3/\text{h}$ de GN. El quemador de combustión es de tiro forzado. Las dimensiones son de 1.20 m de diámetro y 2.60 m de alto, su masa es de 3760 kg . La caldera viene con su propio quemador de combustión de tiro forzado, un tanque de condensados y es automática. En el Anexo 3.1 se pueden ver otras especificaciones de dicha caldera fabricada por TECNİK Ltda.

3.5.4.8 Compresor

Se requiere para suministrar el flujo de aire a los dos hornos; para el de carbonización se un flujo de aire del compresor debe ser:

$$\begin{aligned}
 23.12 \frac{\text{Nm}^3 \text{ GN}}{\text{h}} \frac{1 \text{ kmol } \text{CH}_4}{16 \text{ kg GN}} \left(\frac{2 \text{ kmol } \text{O}_2}{1 \text{ kmol } \text{CH}_4} \right) \cdot \frac{100 \text{ kmol aire}}{21 \text{ kmol } \text{O}_2} \cdot \frac{22.414 \text{ Nm}^3}{1 \text{ kmol}} \\
 = 308.46 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} \text{ aire}
 \end{aligned}$$

Y para el de activación el flujo es:

$$34.98 \frac{kg\ GN}{h} \cdot \frac{1\ kmol\ CH_4}{16\ kg\ GN} \left(\frac{2\ kmol\ O_2}{1\ kmol\ CH_4} \right) \cdot \frac{100\ kmol\ aire}{21\ kmol\ O_2} \cdot \frac{22.414\ Nm^3}{1\ kmol}$$

$$= 466.69 \frac{Nm^3}{h} \text{ aire}$$

Ambos compresores con presión de 114 psi y potencia de 5 HP.

3.5.4.9 Ciclonas (recolectores de polvo)

Para eliminar el polvo de carbón que sale de con los gases de los hornos, disminuyendo la contaminación del aire y recuperando material particulado que puede ser usado como carbón activado en polvo. Para su funcionamiento se requieren motores de 3 HP. La ecuación de diseño (Perry & Green, 2001):

$$D_{pth} = \sqrt{\frac{9\mu D_c}{4\pi N_s v(\rho_s - \rho)}}$$

donde:

D_{pth} : Diámetro de partícula teórica que un ciclón será capaz de eliminar

D_c : Diámetro del ciclón

N_s : Número de ciclos o espirales efectivos realizados por el gas en el ciclón

v : Velocidad del gas

μ : Viscosidad del gas

ρ : Densidad del gas

ρ_s : Densidad del sólido

Definiendo una temperatura de los gases a la salida de los hornos de 250°C ó 523.15 K, y a nivel del mar (1 atm de presión) los cuales se van a considerar esencialmente como aire; de esta manera se pueden determinar las siguientes propiedades:

La Densidad:

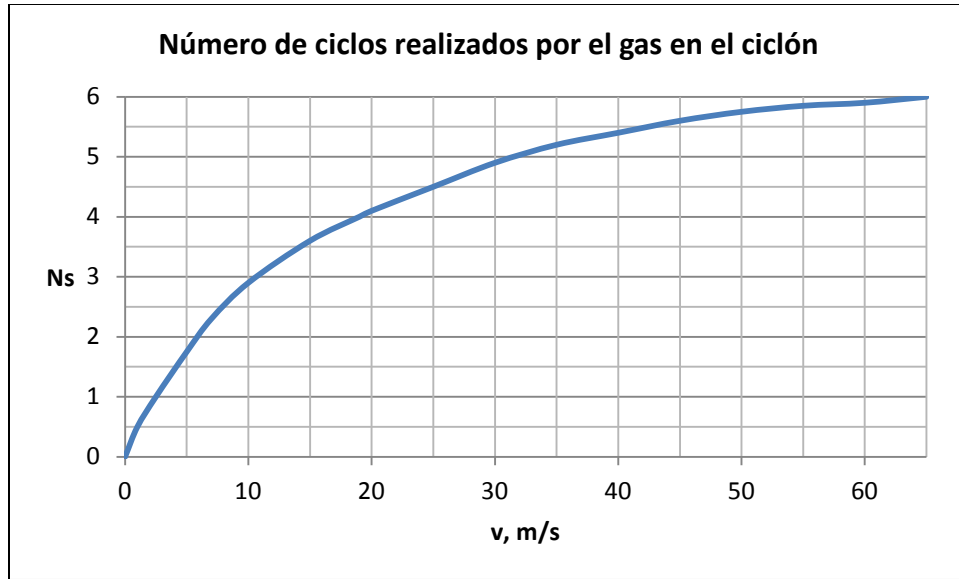
$$\rho = \frac{PM}{RT} = \frac{1\ atm \cdot 28.97\ g/mol}{(0.082057\ atm \cdot L/mol \cdot K) \cdot 523.15\ K} = 0.67485 \frac{g}{L} = 0.67485 \frac{kg}{m^3}$$

La viscosidad del aire a 523.15 K es $\mu = 2.78 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}$

Mientras que para el sólido la densidad es: $\rho_s = 773 \text{ kg/m}^3$

Para retener material sólido como partículas con diámetros desde 0.03 mm , es decir, $D_{pth} = 3 \times 10^{-5} \text{ m}$, y que el aire va a una velocidad de 10 m/s , es decir $v = 10 \text{ m/s}$ velocidad con la cual se determina mediante la siguiente gráfica el Número de ciclos realizados por el aire en el ciclón:

Figura 3.14. Número de ciclos realizados



Fuente: (Perry & Green, 2001)

Se observa en la Figura 3.14 que para un valor de velocidad $v = 6 \text{ m/s}$ el número de ciclos es de $N_s = 2.0$.

Despejando el diámetro del ciclón en la ecuación de diseño se tiene:

$$D_c = \frac{4\pi D_{pth}^2 N_s v (\rho_s - \rho)}{9\mu}$$

y reemplazando los datos:

$$D_c = \frac{4\pi (3 \times 10^{-5} \text{ m})^2 \cdot 2 \cdot 6 \text{ m/s} (773 \text{ kg/m}^3 - 0.67485 \text{ kg/m}^3)}{9 \cdot 2.78 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}} = 0.4189 \text{ m}$$

$$\approx 0.42 \text{ m}$$

Conociendo este diámetro se calculan el resto de las dimensiones del ciclón que aparecen en la Figura 3.15.

Figura 3.15. Dimensiones de un ciclón

$$B_C = D_C/4 = 0.42 \text{ m}/4 = 0.11 \text{ m}$$

$$B_e = D_C/2 = 0.42 \text{ m}/2 = 0.21 \text{ m}$$

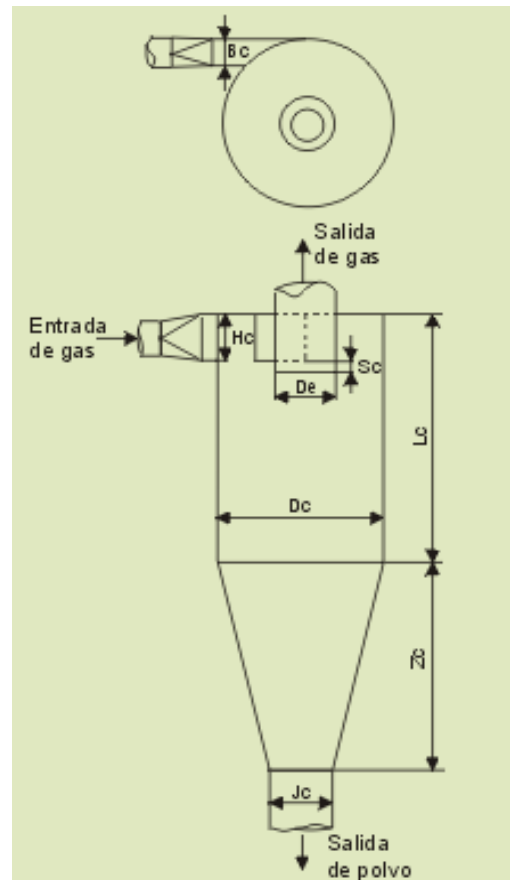
$$H_C = D_C/2 = 0.42 \text{ m}/2 = 0.21 \text{ m}$$

$$L_C = 2D_C = 2 \cdot 0.42 \text{ m} = 0.84 \text{ m}$$

$$S_C = D_C/8 = 0.42 \text{ m}/8 = 5.3 \text{ cm}$$

$$Z_C = 2D_C = 2 \cdot 0.42 \text{ m} = 0.84 \text{ m}$$

$$J_C = D_C/4 = 0.42 \text{ m}/4 = 0.11 \text{ m}$$



Fuente: (Perry & Green, 2001)

Entonces el ciclón tendrá un diámetro de 0.42 m y de alto 1.68 m y tendrá como material de fabricación acero nominal ya que se requiere baja resistencia al ataque de sustancias corrosivas.

3.5.4.10 Banda Transportadora

Se utilizarán dos bandas, una para transportar la materia prima (el CPA) hacia las tolvas que alimentan el horno de carbonización, y otra para llevar el producto (CA) hacia la zona de almacenamiento; para ello las bandas requieren un motor de 1 HP.

3.5.4.11 Montacargas

Se requiere uno con capacidad de 10 t, y una elevación de uñas de 6 cm.

3.5.4.12 Báscula

Para el pesaje de la materia prima y del producto, llevando el control de peso de las bolsas empacadas con CA, y para realizar el despacho de pedidos se requieren dos, cada una con 500 kg.

3.5.4.13 Tamizador

Para la clasificación por tamaño del CPA antes del proceso de carbonización y del CA para lograr distintas granulometrías enfocadas a posibles diversas aplicaciones. Para el primer caso, el tamiz debe tener una malla U.S.S. No. 6.

3.5.4.14 Equipos de Control

Ya que es necesario llevar un buen control de las variables más importantes de proceso como la Temperatura, la Presión y los flujos, que va a permitir tener cierta garantía sobre la calidad del producto, se requieren termómetros, manómetros y flujómetros.

3.5.4.15 Implementos de Laboratorio

Debido a la necesidad de llevar el control de calidad al CPA y al CA producido a través de pruebas específicas se necesitan los implementos de laboratorio más básicos como reactivos, materiales de medición y manipulación de vidrio (pipetas, erlenmeyer, balones, crisoles, etc), elementos de soporte y de operaciones (planchas de calentamiento, Cámaras, Agitadores, Etc.).

3.5.5 Listado de Requerimientos y Equipos

Considerando los equipos diseñados anteriormente como los más importantes se procede a enlistarlos con sus principales especificaciones en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14. Requerimientos y Equipos para la planta

REQUERIMIENTO	CANTIDAD	CAPACIDAD	CARACTERÍSTICAS
Bodega	1	420 m ³ para 135 t de cuesco aprox.	Almacenamiento de un área de 7mX12m y 5 m de alto. Stock para 15 días. Angulo de reposo de 34.18°
Molino de martillo	1	350 kg/h	Medio caballo de potencia (0.5 HP).

Tolva	1	3.16 m ³	1.40 m de diámetro por 2.10 m de alto, ángulo de descarga 55°, y 5 cm de abertura
Horno rotatorios	2	8.64 m ³	Longitud: 11 m Diámetro: 3.0 m. Pared recubierta de Ladrillo refractario (U-33 Uresco)
Caldera	1	Flujo de vapor: 700 kg/h (1500 lb/h) 45 BPH	Vertical Pirotubular Funciona con ACPM Presión de diseño: 150 psi
Quemadores	1	20 Nm ³ /h	Tiro forzado con GN
	1	50 Nm ³ .h	
Compresores	1	308.46 Nm ³ /h	Presión de trabajo: 114 psi. Potencia: 5 HP
	1	466.69 Nm ³ /h	
Ciclón	1	Retener partículas hasta un diámetro de 0.03 mm.	0.42 m de diámetro por 1.68 m de alto en acero nominal
Tamizador	1	1628.9 kg/h	Tamiz No. 6
Tolva	1	175.1 kg/h	Altura: 0.92 m Diámetro: 0.61 m Material de construcción: Acero inoxidable
Molino de Impacto	1	500 kg/h	Potencia: 3 HP
Montacargas	2	10 t	Elevación de uñas: 6 m
Báscula	2	500 kg	Llevar control del peso de las bolsas y los pedidos
Banda Transportadora	2	1 HP	Transportar el carbón hacia los hornos
Equipos de control (Manómetros, Medidores de Flujo, Controladores de Temperatura)			Realizar el control al proceso
Implementos de laboratorio			Control de calidad. Instrumentos de medición y

			manipulación de vidrio, soportes y de operaciones
--	--	--	---

Fuente: Los autores

3.5.6 Otros Elementos materiales requeridos

- Terreno
- Cercado externo malla galvanizada
- Bodega de almacenamiento
- Cuarto de materiales e insumos
- Oficina
- Muebles y equipos de oficina
- Construcción de planta

3.5.7 Distribución de planta

La distribución de equipos al interior del edificio industrial se ha realizado de acuerdo al proceso y siguiendo el desarrollo del mismo.

Es de mucha importancia una buena distribución de planta ya que logrará minimizar los recorridos de materiales y que haya seguridad y bienestar para los trabajadores. Para realizar una buena distribución de planta y no solo la de producción, además, la distribución que se proponga debe brindar la posibilidad de crecer físicamente para lograr futuras ampliaciones.

Lo ideal es tener una planta de 30 m por 40 m (1.200 m²) La distribución de la superficie se presenta en la Tabla 3.15.

Tabla 3.15 Distribución de espacios

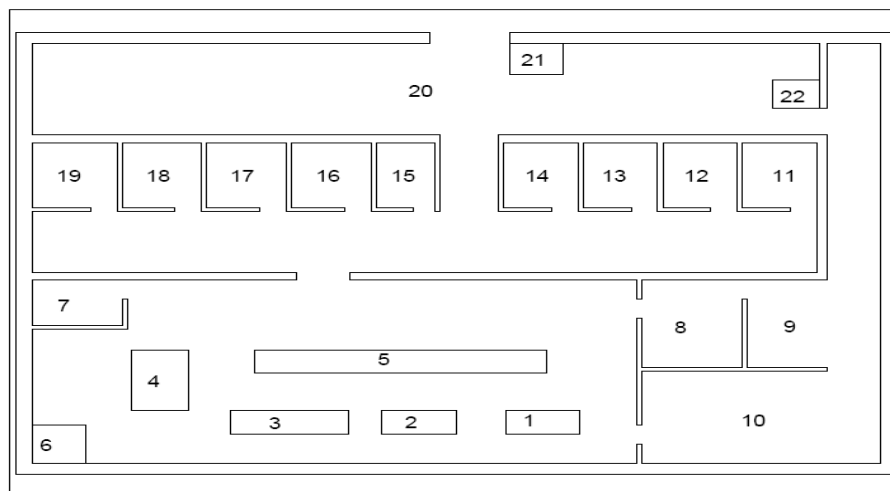
LOCALIZACIÓN	ÁREA, m ²
Almacén	90
Oficinas y sanitarios	100
Control de calidad	20
Comedor y cocina	30
Estacionamiento	250
Área de producción	560
Área de almacenamiento de materia prima	50
Jardines	100
TOTAL	1200

Fuente: los autores

A continuación se presenta el **Lay Out de planta** diseñado a partir de los datos sobre dimensiones de equipo. Para la figura 3.16 la nomenclatura usada fue la siguiente:

- 1: Zona de triturado y cribado
- 2: Zona de tamizado
- 3: Horno de Carbonización
- 4: Horno de Activación
- 5: Zona de Acabado y Empaque
- 6: Zona de Caldera
- 7: Almacén de Bolsas de Empaque e Insumos
- 8: Bodega de Producto Terminado
- 9: Zona de Embarque
- 10: Almacenamiento de Materias Primas
- 11: Oficina de Gerencia General
- 12: Oficina Secretarías
- 13: Gerencia de Ventas
- 14: Baños de Oficinas
- 15: Comedor
- 16: Zona de Mantenimiento
- 17: Vestidores
- 18: Sanitarios y Regadores
- 19: Cuarto de Elementos de Aseo
- 20: Estacionamiento de Vehículos
- 22: Portería

Figura 3.16 Lay Out de planta



Fuente: Los autores

3.6 TALENTO HUMANO REQUERIDO

La mano de obra utilizada para la construcción, montaje puesta en marcha y operación de la planta, existe en la zona y no debería existir dificultad de contratación.

El personal requerido para el funcionamiento de la planta es:

- Gerente administrativo	1
- Jefe de planta	1
- Analista de laboratorio	1
- Mano de obra calificada (técnicos)	1
- Mano de obra no calificada (operarios)	3
- Secretaria	1
- Mensajero	1
TOTAL	8

3.7 PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL

En la tabla 3.16 se especifica el precio de un kg y una t de carbón activado y la proyección y producción anual en la tabla 3.17.

Tabla 3.16 Precio de venta CA

Cantidad	Precio de Venta, \$
Kilogramo	3.800
Tonelada	3.800.000

Fuente: Los autores

Tabla 3.17 Producción y Proyección de venta anual

AÑO	INCREMENTO ANUAL, %	Producción Anual planificada (t)	Proyección Total de venta anual, \$	Producción mensual planificada (t)	Proyección Total de venta anual, \$
2013	15	54	205.200.000	4.5	\$17.100.000
2014	30	108	410.400.000	9	\$34.200.000
2015	50	180	684.000.000	15	\$57.000.000
2016	75	270	1.026.000.000	22.5	\$85.500.000
2017	100	360	1.368.000.000	30	\$114.000.000

Fuente: los autores

3.8 ANÁLISIS DE VIABILIDAD

Para poner en práctica la inversión es necesaria que la tecnología requerida para la instalación de una planta de esta naturaleza sea conocida.

El proceso está basado en una materia prima disponible, en el uso de equipos con tecnología conocida y de simple instalación.

De acuerdo a lo anterior, la planta se instalará sobre base de tecnología confiable y de que la necesidad de estudios adicionales se tendrá en cuenta en el momento del escalamiento del proyecto.

Compilando toda la información desarrollado en este capítulo se puede decir que se diseñó una planta para la producción de carbón activado granular de origen vegetal, más precisamente de cuesco de palma africana, materia prima que va a proveerse con suficiencia. La tecnología de fabricación es por activación física usando vapor de agua, y las principales operaciones son una carbonización a 600°C durante hora y media, seguida de una gasificación (activación) a 900°C también durante hora y media. La planta, ubicada en Puerto López con la ventaja de la cercanía a las plantas extractoras de aceite que reduce los costos de transporte, y que inicialmente se había pensado para una capacidad máxima de 360 t anuales, finalmente se sobredimensionó hasta 500 t; operando con un único turno se diseñaron los equipos y requerimientos para lograr el procesamiento del cuesco de palma, tales como el sistema de almacenamiento, el molino, la tolva, los hornos, los quemadores, la caldera, los compresores, los ciclones y otros dispositivos de menor importancia; éstos se dispusieron en un Lay Out de la planta. También se indicaron los requerimientos en el talento humano necesarios para lograr satisfactoriamente la planificación realizada.

4. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN QFD

Teniendo en cuenta que con el QFD se puede entender lo que es realmente importante para el cliente y de esta forma convertir las necesidades del cliente en especificaciones, en este capítulo se muestra a partir de la implementación de las cuatro matrices con tres tipos de carbón activado, el desarrollo de la metodología del QFD para el diseño del producto y proceso de tal forma que cumpla con la calidad esperada por parte del cliente.

4.1 DESCRIPCIÓN

La sigla en inglés de QFD: **Q**uality **F**unction **D**eployment significa despliegue en función de la calidad es decir, "transmitir" los atributos de calidad que el cliente demanda a través de los procesos organizacionales, para que cada proceso pueda contribuir al aseguramiento de estos requisitos. De acuerdo a Kaneko (Kaneko, 1994) [3], es a través del QFD que todo los miembros de una organización entienden lo que es realmente importante para los clientes y trabaja para ello.

Para Zaïdi (Zaïdi) [4] el QFD o el despliegue en función de la calidad quiere convertir las necesidades del cliente en especificaciones. De ahí parte esta metodología. Los clientes siempre quieren mejores servicios, productos y soluciones. Mediante esta herramienta se da la oportunidad de hacerlo y reconocer estos requisitos y darles forma como organización de soluciones para los clientes.

A su vez la integración de un estudio de mercado que se lleve periódicamente muestra nuevas oportunidades. Pero dentro de la investigación que se propone en Filter Ware Ltda partimos de la base de la identificación de no conformidades que son percibidas por el cliente y en este caso la causa raíz se quiere convertir en una oportunidad para ver qué tan viable es el desarrollo de una nueva materia prima y si hay mercado para ella.

[3] KANEKO, Noriharu. QFD. Versión 1.0. JUSE - Centro de calidad ITESM, Campus Monterrey. División de graduados e Investigación. Edición limitada, Septiembre de 1994.

[4] ZAÏDI, A. QFD: Despliegue de la Función de la Calidad.

Se quiere alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización puede producir. Con esta metodología se pueden definir las características que se quieren, se pueden estandarizar procesos y muy importante adaptarse al mercado.

Cuando ya se posee la información necesaria, el QFD permite entender cuál es la prioridad de las necesidades de los clientes dando aportes como la innovación y se aporta mejora continua generando valor agregado en sus productos, servicios y procesos (Heizer & Render, 2009) [5]. El objetivo del QFD es lograr que esas necesidades se conviertan en especificaciones o requerimientos por parte del cliente.

El objetivo de la aplicación del QFD es poder determinar si las necesidades del cliente se pueden traducir en especificaciones del carbón activado utilizado. Para esto se trabajó con tres tipos de carbón activado, los cuales fueron seleccionados a partir de un análisis de ponderación (Ver Capítulo 2, Estudio de mercado, Tabla 236: calificación de la competencia) que dio como resultado: carbón mineral Hidraffin comercializado por Biocidas y Químicos Ltda. (Producto importado utilizado actualmente por Filter Ware) y carbón vegetal a partir del CPA (AquaKoal, producido por Distribuidora de químicos industriales S.A.).

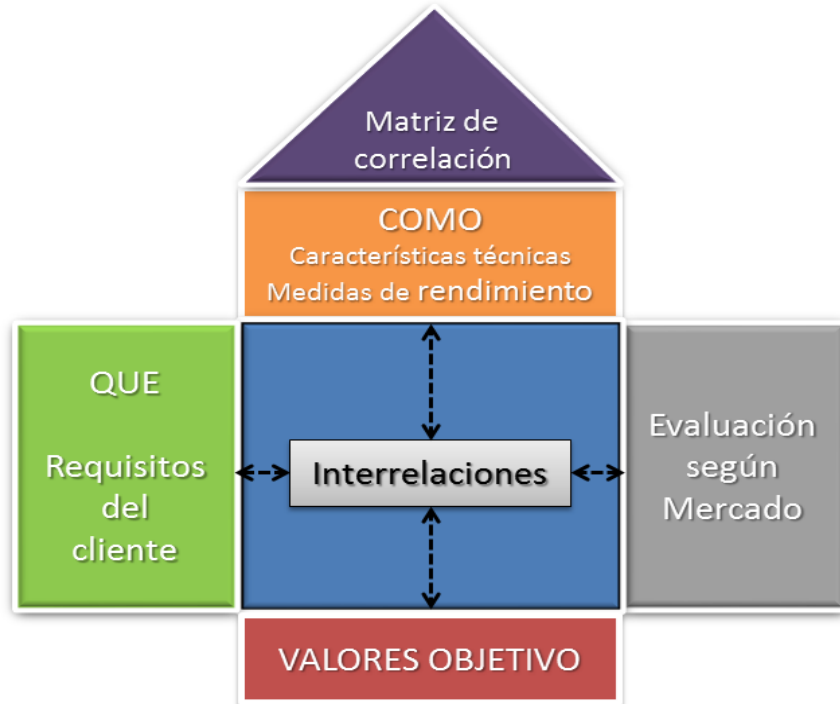
A continuación se busca verificar si las necesidades que tienen los consumidores se pueden cumplir con las especificaciones técnicas documentadas de cada uno de los carbones.

Esta herramienta se utilizó para atender la voz del cliente, en este caso a Filter Ware Ltda. y una muestra representativa de empresas que consumen carbón activado que aunque no son expertos en aspectos técnicos de la producción de dicho producto, si conocen las características necesarias del producto y esperan que sus expectativas sean cubiertas con un alto grado de satisfacción.

En la figura 4.1 se muestra la relación e interacción entre cada una de las casillas de la casa de la calidad o QFD.

[5] Heizer, Jay; Render, Barry. Principios de Operaciones. 7ª Edición. Pearson, Prentice Hall. Págs. 155-165. México, 2009.

Figura 4.1 La casa de la calidad.



Fuente: Los autores

4.2 DIAGRAMA DE PROCESO

De acuerdo al estudio técnico desarrollado en el capítulo anterior, se realizó el siguiente diagrama de proceso el cual servirá de guía para este capítulo ya que muestra las condiciones de proceso determinantes de la calidad del producto. Véase en la siguiente página la Tabla 4.1: Diagrama de Proceso.

Tabla 4.1 Diagrama de Proceso.

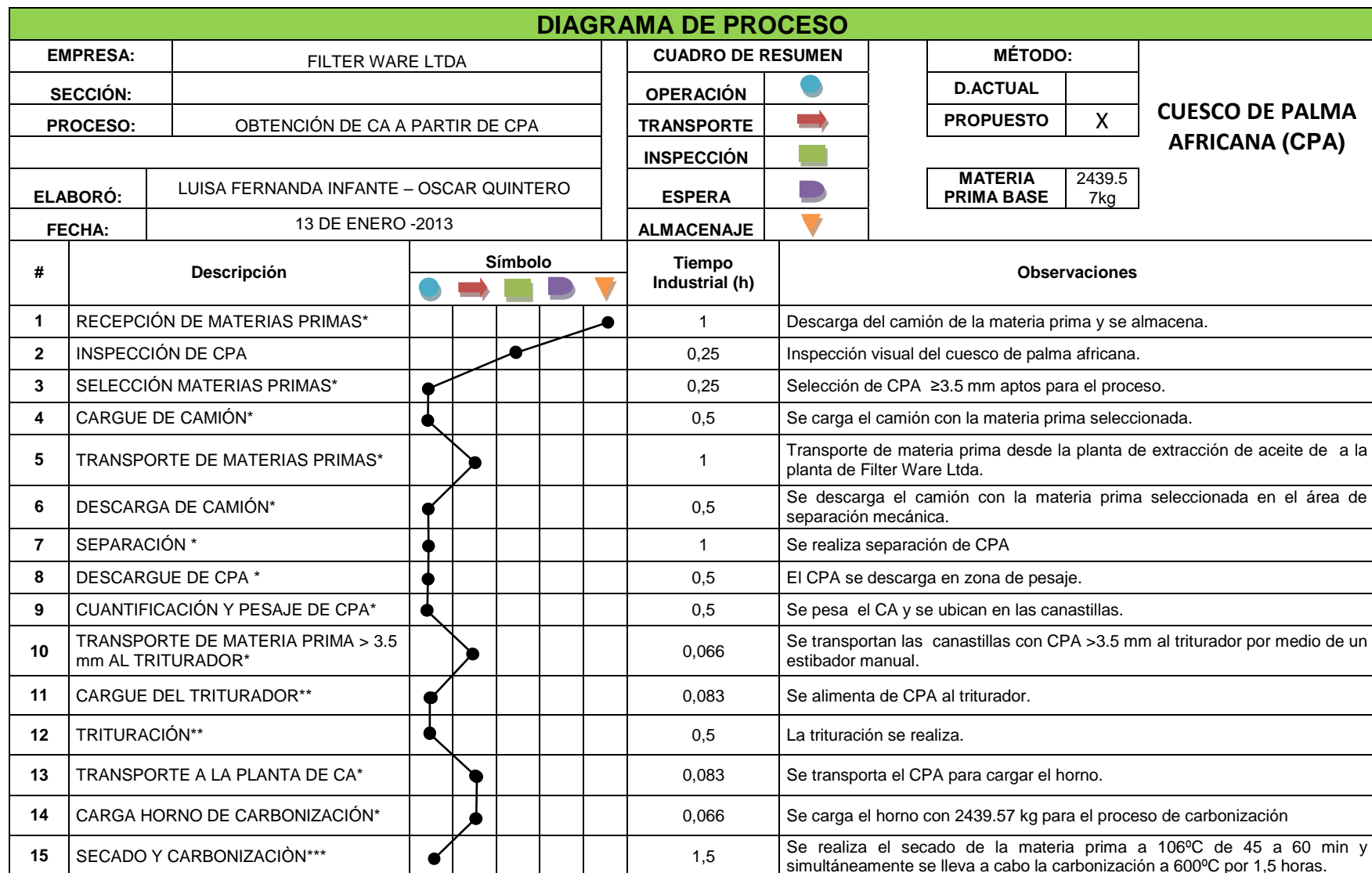







Tabla 4.1. (Continuación)

#	Descripción	Símbolo					Tiempo Industrial (h)	Observaciones
								
16	DESCARGA DEL CARBONIZADO*	●	→				0,066	El carbonizado es descargado para su tratamiento.
17	INSPECCIÓN DE CARBON ACTIVADO			■			0,25	Verificar a nivel visual el nivel de carbonización.
18	TRANSPORTE DEL CARBONIZADO*	●	→				0,083	Se envía el carbonizado hacia el horno de activación.
19	CARGA DEL HORNO DE ACTIVACIÓN *	●	→				0,066	Se carga el horno de activación con el carbonizado.
20	ACTIVACIÓN***	●	→				1,5	El proceso de activación se realiza con vapor de agua a una temperatura de 900°C en un tiempo de 1.5 horas.
21	DESCARGA DEL HORNO*	●	→				0,083	El carbón ya activado es descargado para su tratamiento.
22	INSPECCIÓN DE CARBON ACTIVADO			■			0,25	La inspección de una muestra para medir características.
23	SECADO**	●	→				0,5	Secado a temperatura ambiente.
24	TRANSPORTE DEL CA A TAMIZAJE*	●	→				0,083	Se lleva a tamizaje el Carbón Activado
25	SEPARACIÓN**	●	→				0,083	Hacer la separación de carbón.
26	CLASIFICACIÓN DE GRUESOS Y FINOS*	●	→				0,066	Clasificar tipo de productos o subproductos.
27	INSPECCIÓN CLASIFICACIÓN CARBON ACTIVADO			■			0,25	Inspección visual por muestreo.
28	TRANSPORTE DE GRUESOS A ZONA DE EMPAQUE	●	→				0,083	Transporte a zona de almacenamiento Carbón Granular.
29	TRANSPORTE DE FINOS A ZONA DE ACOPIO	●	→				0,083	Transporte a zona de almacenamiento Carbón fino.
30	ALMACENAMIENTO DE CA EMPACADO					●	0,083	Almacenado según tipo ya sea granular o fino.
		Tiempo total de proceso (h)					11,33	

Fuente: Los autores

Donde se definen las siguientes abreviaturas como:

CA= Carbón Activado

* Tiempo definido por pre-experimentación realizado por los investigadores.

** Tiempo definido por investigaciones preliminares de FILTER WARE LTDA.

**** Tiempo definido por la información de las fichas técnicas de los equipos y por artículos referenciados.

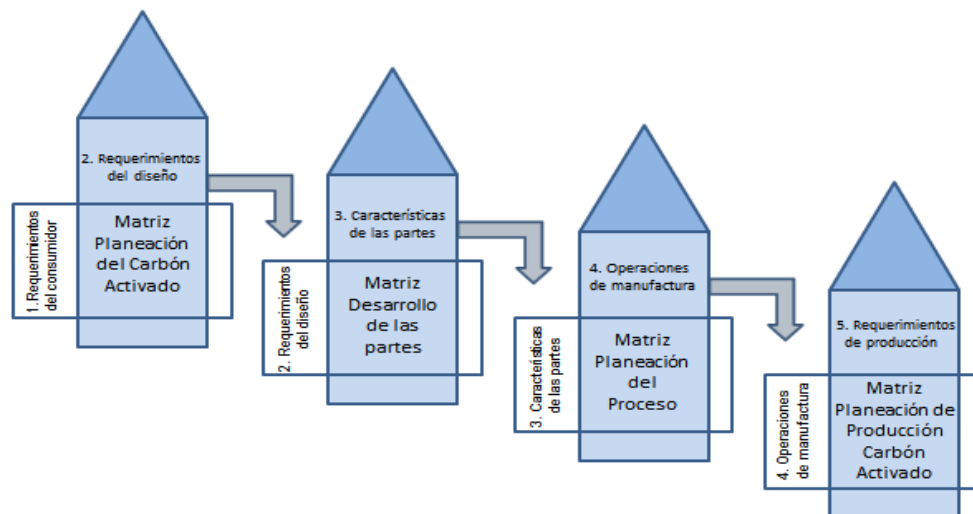
4.3 METODOLOGÍA QFD

La metodología utilizada para el despliegue se describe a continuación:

1. Conocer los requerimientos del consumidor
Identificar las necesidades de los consumidores, saber que están esperando referente a la calidad del carbón activado que ofrece la empresa Filter Ware Ltda.
2. Convertir en requerimientos de diseño
Interpretar, analizar la necesidad, expectativa expresada por el consumidor y convertirla en la especificación adecuada para obtener el producto final requerido.
3. Establecer características de las partes
Definir los insumos que se requieren y cuáles son sus especificaciones, buscando lograr la calidad esperada del carbón activado.
4. Diseñar las operaciones de manufactura.
Construir los procesos para la transformación de los insumos necesarios en la producción de carbón activado.

En la siguiente figura 4.2 se muestra la interrelación de las cuatro matrices desarrolladas a través del QFD:

Figura 4.2 Las cuatro matrices del QFD



Fuente: Libro Gestión de procesos-Luis Fernando Agudelo T-Jorge Escobar Bolívar

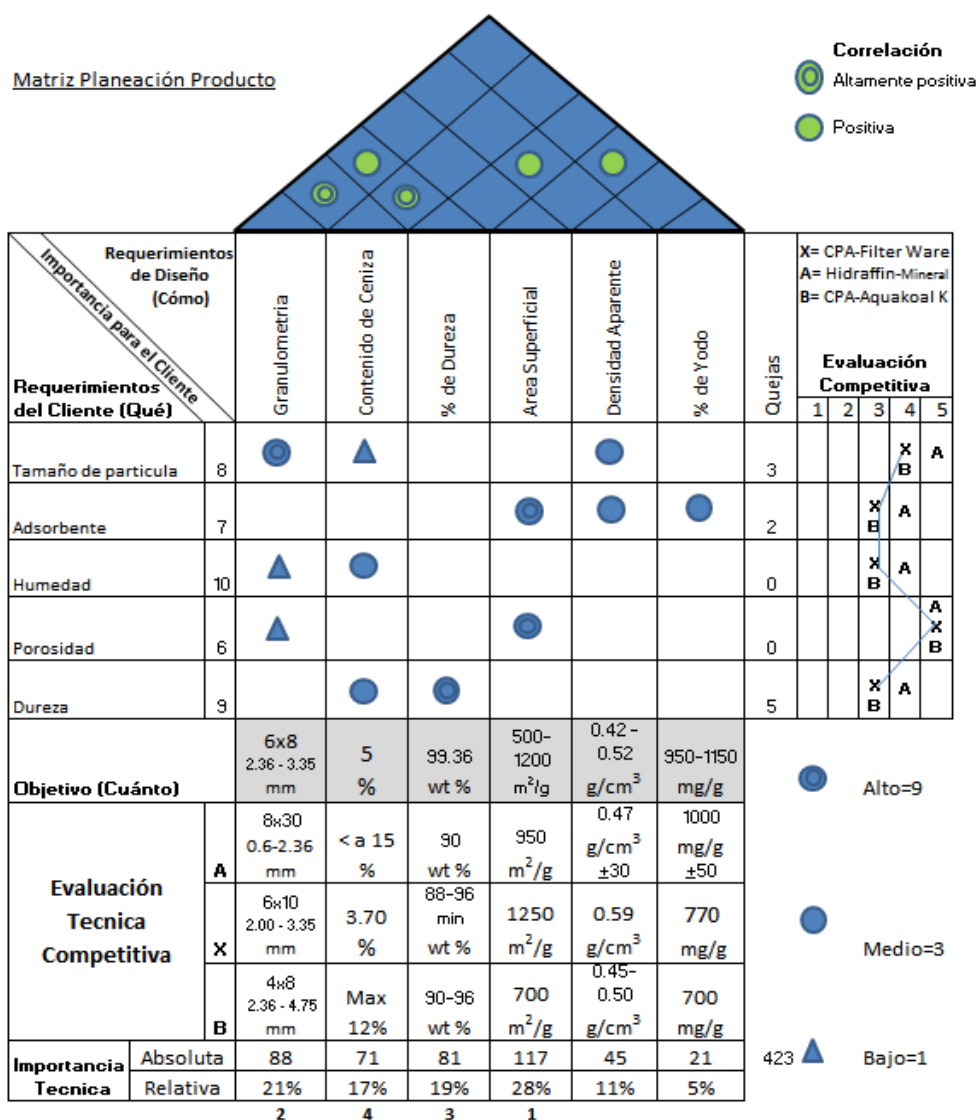
4.4 APLICACIÓN DEL QFD PARA EL PRODUCTO Y PRODUCCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO DE ORIGEN VEGETAL.

A partir de este momento se desarrolla la implementación de las cuatro matrices para el carbón activado y su producción.

4.4.1 Matriz 1: Planeación del producto

Identifica la voz del cliente, que requisitos desea en el carbón activado cumpla, para establecer cómo se satisface y a través de cuales requerimientos de diseño se satisface.

Figura 4.3 Matriz 1 Planeación Producto



4.4.1.1 Requerimientos del Cliente (Qué)

De acuerdo a la encuesta realizada a Filter Ware Ltda (Anexo 2.2) y a la muestra de cinco (5) empresas comercializadoras o fabricantes de equipos y filtros para purificación de agua (Ver Anexo 2.2) se identificaron los requerimientos del carbón activado que son la entrada para la matriz 1 con su respectivo nivel de importancia: Tamaño de partícula, capacidad adsorbente, nivel de humedad, porosidad y dureza.

4.4.1.2 Requerimientos de Diseño (Cómo)

Los requerimientos del cliente generan el cómo cumplir dichas necesidades, entre ellas se determinaron la granulometría, contenido de Ceniza, porcentaje de dureza, área superficial, densidad aparente, porcentaje de Yodo.

4.4.1.3 Evaluación Competitiva

Traduce la percepción del cliente y evalúa que criterio se tiene frente a otro producto de la competencia. En esta parte Filter Ware Ltda calificó los requerimientos del CA, utilizando una escala de 1 a 5. Donde 1 es menor satisfacción y 5 es la mayor satisfacción frente a una característica ofrecida por otro producto competidor.

4.4.1.4 Interrelaciones

Hace referencia a las relaciones que tienen los requisitos del cliente frente a la evaluación competitiva y los requisitos de diseño. El nivel de calificación otorgado es alto, medio, bajo, según su interrelación.

Las más representativas se encuentran entre: tamaño de partícula y granulometría, dureza y porcentaje de dureza, adsorbente con área superficial, porosidad y área superficial.

4.4.1.5 Objetivo (Cuánto)

Se refiere al valor objetivo o meta que se debe lograr para conseguir cumplir con la especificación de diseño, ya sea basado en un estándar o con valores establecidos al interior de los procesos y que sean puntos de referencia.

Como referencia se usó la norma NTC 4273 (Productos químicos industriales carbón activado granulado (Ver Anexo 4-1) y algunos estándares internacionales entre ellos las normas ASTM: D-4607 para determinar el número de yodo (Ver

Anexo 4-2), D-2854 la cual evalúa la densidad aparente (ver Anexo 4-3), D-3802 establece la dureza (ver Anexo 4-4), D-2866 determina el contenido de ceniza (ver Anexo 4-5), D-2867 mide la humedad del CA (ver Anexo 4-6). ASTM D-2862 determina el tamaño de la partícula(ver Anexo 4-7).

Estos procedimientos de evaluación los sigue la mayoría de fabricantes de carbón activado al igual que las normas ANSI/AWWA (B604-90), para determinar el tamaño de partícula. Con estos referentes se establecieron los valores meta para controlar la calidad del carbón activado.

En la tabla 4.2 se encuentran las especificaciones utilizadas para el carbón activado utilizado en el tratamiento de agua. Algunos se utilizaron como valor objetivo en el QFD.

Tabla 4.2 Especificaciones y normas de carbón activado granular para tratamiento de agua.

ESPECIFICACION	UNIDADES	RANGO DE VALORES	NORMA QUE APLICA
Número de yodo	mg/g de carbón	950 a 1150	ASTM D-4607-94
Área superficial	m ² / g	500 a 1,200	Adsorción de N ₂ (métodoBET) ASTM D-3037
Densidad aparente	g/cm ³	0.42 a 0.52	ASTM D-2854
Dureza	Adimensional	99.36	ASTM D-3802-10
Rango tamaño partícula	Malla U.S.S. Sieve	6x8	ASTM D-2862
Tamaño efectivo partícula	mm	2.87	ASTM D-2862

Contenido cenizas totales	% base seca	5	ASTM D-2866
Humedad(al empacar)	%	5	ASTM D-2867

Fuente: Los Autores

4.4.1.6 Evaluación Técnica Competitiva

Se evaluaron de acuerdo a los requisitos de entrada los siguientes tipos de carbón activado:

– Producto A

Carbón mineral importando de Alemania (Ver Anexo 4-8 Ficha técnica Hidraffin 30N)

– Producto X

Carbón activado que se va a obtener a partir del cuesco de palma africana o CPA, materia prima fue seleccionada de acuerdo a su disponibilidad y cumplimiento de requerimientos para el proceso (ver Capítulo 3 Estudio Técnico, selección de materia prima).

Para lograr el cumplimiento del objetivo en cada uno de los valores, se tuvo en cuenta la prueba piloto realizada en el “Estudio preliminar para la producción y caracterización de carbón activado a partir del cuesco de palma africana y su uso en la decoloración de aceites vegetales” de la Universidad de la Sabana y el “Estudio de termogravimetría y estructura” de la Universidad Nacional de Colombia; donde se hizo la caracterización de la materia prima utilizada para la elaboración de la ficha técnica del CA fabricado por FILTER WARE LTDA (Ver Anexo 4-9)

– Producto B

Carbón de cuesco de CPA producido en el mercado nacional (Ver Anexo 2-2 Ficha técnica **AQUAKOAL-K70**)

4.4.1.7 Matriz de Correlación

Muestra que correlación se encuentra entre los requisitos de diseño, que tienen algún grado de dependencia. Se dio una calificación a esta de altamente positiva o positiva.

4.4.1.8 Importancia Técnica

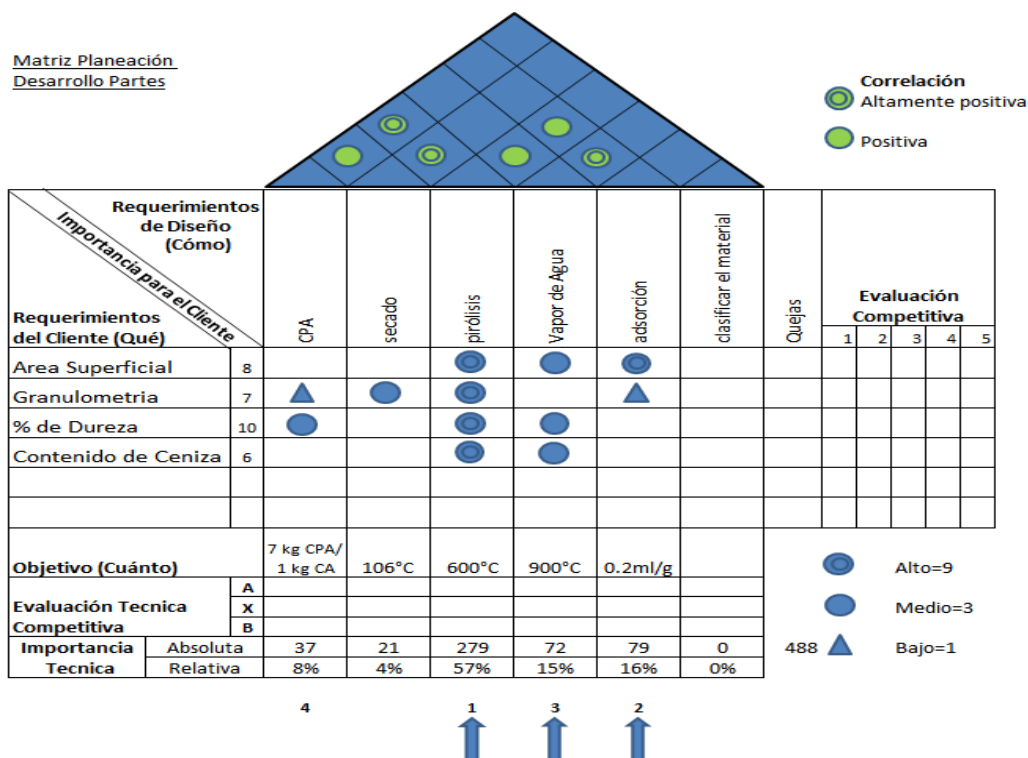
Identifica el valor de ponderación que tienen los requisitos del cliente frente a los de diseño. Su calificación mayor da como resultado la entrada a la matriz 2 Figura 4.4 Está dividida en absoluta (numérica) y relativa (porcentaje).

La importancia relativa busca que el porcentaje de los requisitos más representativos, sean la entrada de la siguiente matriz 2.

4.4.2 Matriz 2: Desarrollo de las Partes

Parte del requerimiento de diseño y establece como, con que insumos o diseño de las partes se logra el resultado del diseño de carbón activado utilizado para filtros purificadores de agua que se espera.

Figura 4.4 Matriz 2 Planeación Desarrollo de Partes



Fuente: Los autores

4.4.2.1 Requerimientos del Cliente (Qué)

Los requerimientos de diseño de la matriz 1, son la entrada de esta segunda matriz: área superficial, granulometría, porcentaje de dureza, contenido de ceniza.

4.4.2.2 Requerimientos de Diseño (Cómo)

Los requerimientos del cliente se cumplen con CPA como materia prima seleccionada, vapor de agua como gas seleccionado para la activación; secado, pirolisis, adsorción y clasificar el material como procesos.

4.4.2.3 Interrelaciones

Las de mayor relación son: área superficial, granulometría, porcentaje de dureza y contenido de ceniza con pirolisis. Área superficial con adsorción.

4.4.2.4 Objetivo (Cuánto)

Se necesitan 7 kg CPA para producir 1 kg CA aproximación tomada como referencia del el secado debe cumplir una temperatura de 106°C.

La pirolisis se realiza a 600°, condición de operación descrita en tecnología seleccionada (Ver Capítulo 3, Estudio técnico, proceso).

Se aplica vapor para la activación física con vapor de agua a 900°C, tipo de activación y condiciones de temperatura descritos en tecnología seleccionada (Ver Capítulo 3, Estudio técnico, proceso).

Para la adsorción, su volumen de poros en general debe encontrarse en 0.2ml/g.

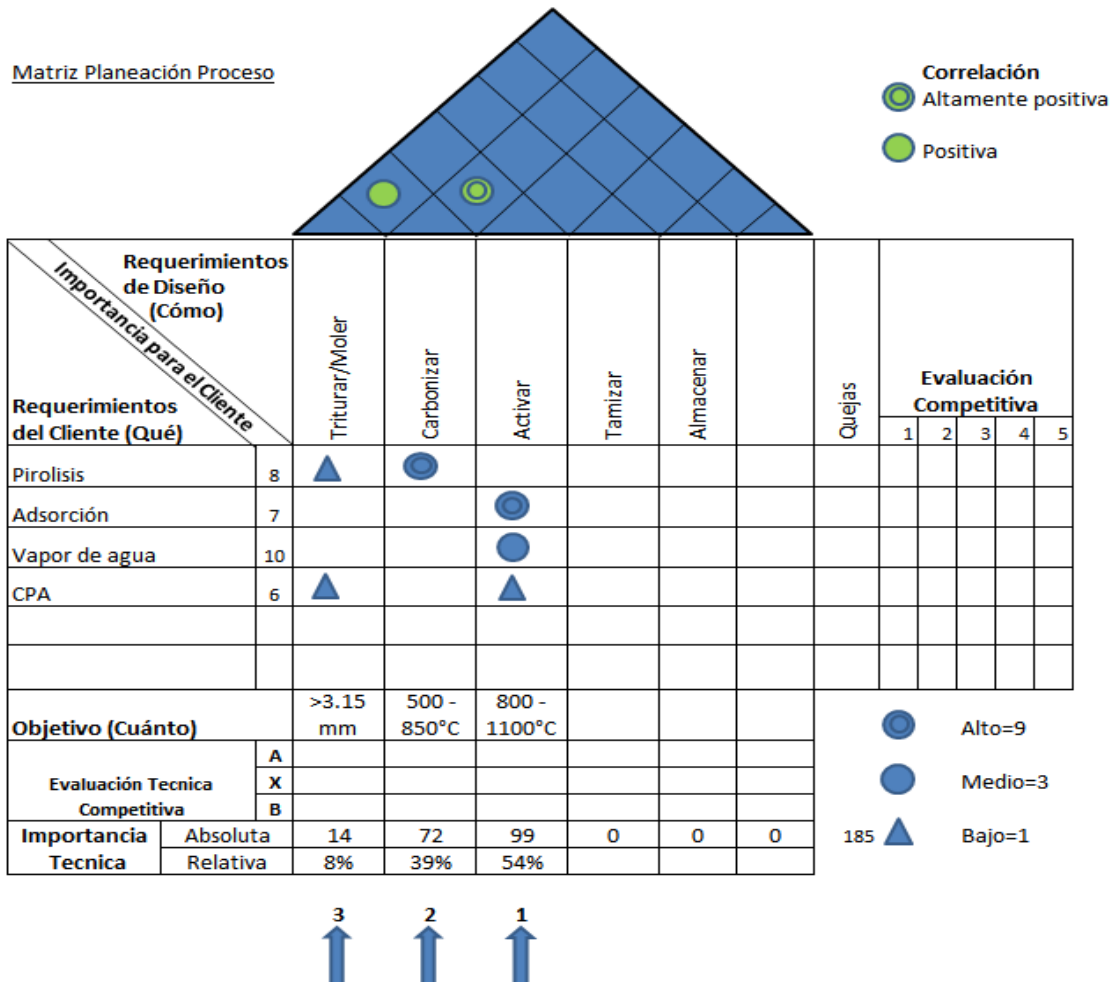
4.4.2.5 Importancia Técnica

Pirolisis, adsorción y vapor de agua son las de mayor importancia, luego son las entradas de la siguiente matriz 3.

4.4.3 Matriz 3: Planeación del Proceso

Es el punto de inicio del diseño de las partes, establece como y que procesos se requieren para la transformación de la materia prima (ver figura 4.5).

Figura 4.5 Matriz 3 Planeación Proceso



Fuente: Los autores

4.4.3.1 Requerimientos del Cliente (Qué)

La entrada de esta matriz son: pirolisis, vapor de agua, adsorción.

4.4.3.2 Requerimientos de Diseño (Cómo)

Los procesos que determinan los requisitos del cliente son: triturar/moler, carbonizar, activar, tamizar, almacenar.

4.4.3.3 Interrelaciones

Pirolisis y carbonizar, adsorción con el proceso de activar.

4.4.3.4 Objetivo (Cuánto)

El tamaño de grano de materia prima CPA determinado es >3.15 mm.

El proceso de carbonizar se debe efectuar en 500 - 850°C, para cumplir con el objetivo (Ver Capítulo 3, tecnología existente).

Para realizar el proceso de activar el CA, tener en cuenta que la temperatura es 800 -1100°C (Ver capítulo 3, tecnología existente).

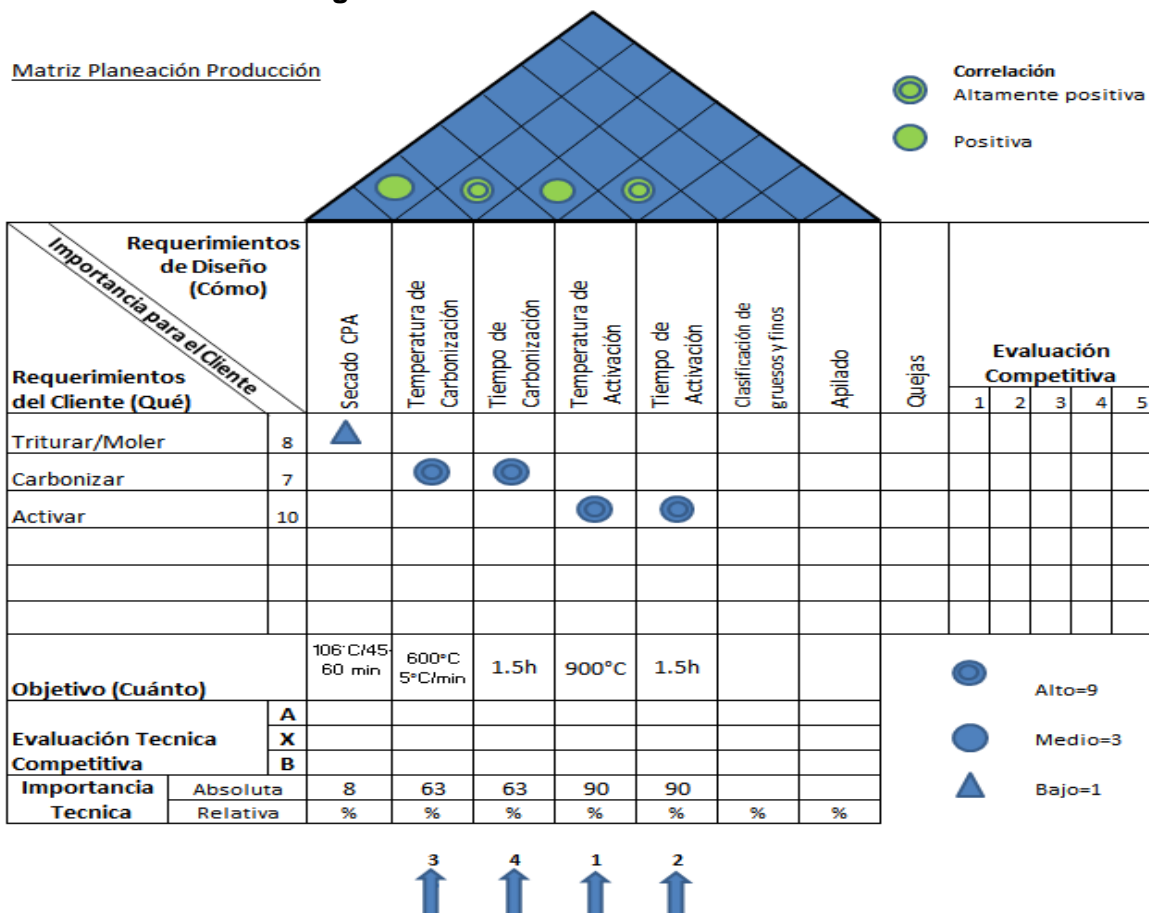
4.4.3.5 Importancia Técnica

De acuerdo al resultado en orden de importancia se encuentran, los procesos: activar, carbonizar, triturar/moler; que alimentan la matriz 4.

4.4.4 Matriz 4: Planeación de Producción

Parte de los procesos y determina cuál es la especificación que el carbón activado debe cumplir al final, proporciona la mayor satisfacción y cumple con el diseño establecido en la matriz 1 (Ver Figura 4.6).

Figura 4.6 Matriz 4 Planeación Producción



4.4.4.1 Requerimientos del Cliente (Qué)

Los anteriores procesos se convierten esta vez en requisitos del cliente: triturar/moler, carbonizar, activar que alimentan esta entrada.

4.4.4.2 Requerimientos de Diseño (Cómo)

Para el diseño del producto y producción de CA se debe cumplir finalmente con el secado de CPA, temperatura de carbonización, tiempo de carbonización, temperatura de activación, tiempo de activación, apilado, clasificación de gruesos y finos, variables determinadas para el diseño del proceso (Ver Capítulo 3, proceso).

4.4.4.3 Interrelaciones

Los procesos se relacionan directamente con las condiciones a controlar. Carbonizar con la temperatura y el tiempo de carbonización, activar tiene relación directa con también con el tiempo y la temperatura de activación.

4.4.4.4 Objetivo (Cuánto)

El cuesco de palma africana cumple una etapa de secado a 106°C por periodo de 45 a 60 min.

La temperatura de carbonización es de 600°C con un incremento de 5°C/min de calentamiento.

El tiempo de carbonización o de residencia es de 1.5 horas para la materia prima.

Controlar la temperatura de activación con vapor de agua a 900°C.

El tiempo de activación 1.5 horas para conseguir un carbón activado con un área superficial óptima.

Ver capítulo 3, Estudio Técnico en donde se determina las condiciones finales para las variables de cada proceso.

4.4.4.5 Importancia Técnica

Los aspectos a controlar como lo muestra la matriz 4 (temperatura de carbonización, tiempo de carbonización, temperatura de activación, tiempo de activación), son los más importantes de monitorear para cumplir con el carbón activado requerido.

Finalmente se puede concluir en la aplicación del QFD para el producto y producción de carbón activado de origen vegetal, con respecto al carbón importado de origen mineral, que se puede cumplir con los requerimientos del cliente (tamaño de partícula, capacidad adsorbente, nivel de humedad, porosidad y dureza); si se cumple con los requerimientos finales de producción (temperatura de carbonización, tiempo de carbonización, temperatura de activación, tiempo de activación).

5. ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

Este estudio es el encargado de realizar las evaluaciones económicas de cualquier proyecto de inversión, determina la factibilidad o viabilidad económica, financiera de un proyecto y es alimentado por el estudio técnico.

Estudia si la inversión que se desea hacer en la unidad de negocio para la producción de carbón activado de origen vegetal en Filter Ware va a ser rentable o no, si los resultados arrojan, que la inversión no se debe hacer, se deben tomar otras alternativas o evaluar la alternativa que más convenga financieramente a la empresa de acuerdo a su políticas de inversión.

5.1 ESTUDIO ECONÓMICO

Es un análisis económico que pretende determinar cuál es el valor de los recursos económicos que se necesitan para realizar el proyecto, cuáles serán los costos totales para la operación de la planta. Debe involucrar la producción, administración y costos de ventas.

Con el fin de estimar los montos de inversión para la planta productora de carbón activado de origen vegetal y la rentabilidad esperada, se detallan los costos en activos fijos, los costos fijos, costos variables y los ingresos monetarios proyectados.

Para este estudio se realiza la evaluación económica por medio de indicadores. La puesta en operación de este proyecto de producción implica hacer una serie de inversiones previas y recursos que se describen a continuación.

5.1.1 Inversión Fijas

Estas inversiones se asocian a la adquisición de activos fijos tangibles o intangibles, que servirá de apoyo para la operación normal de este proyecto.

5.1.2 Activos Fijos

Son todas aquellas inversiones que se realizan en los bienes tangibles utilizados en el proceso de transformación. Comprende todas las inversiones como: inmuebles o mobiliario, que van a permanecer. Es una inversión a largo plazo.

5.1.3 Activos Intangibles

Es el conjunto de activos constituidos por bienes de propiedad de la empresa no tangibles, necesarios para el funcionamiento como: software, estudios, patentes, marcas y licencias.

La siguiente tabla 5.1 muestra las inversiones fijas necesarias para la puesta en marcha de la unidad de negocio de la empresa Filter Ware.

Tabla 5.1. Inversión en Activos Fijos

Inversión en activos fijos tangibles e intangibles	Valor
Compra de terreno Puerto Lopez (Meta)	\$ 12.000.000
Infraestructura (construcción)	\$ 197.246.000
Maquinaria y Equipos	\$ 135.100.000
Herramientas	\$ 3.000.000
Equipos (informáticos, otros)	\$ 5.000.000
Mobiliario: muebles	\$ 8.000.000
Vehículos-Montacarga	\$ 20.000.000
Marcas	\$ 1.200.000
Total inversión en activos fijos tangibles e intangibles	\$ 381.546.000

Fuente: los autores

5.1.4 Gastos pre-operativos

Estos gastos hacen referencia a otros desembolsos referentes a la iniciación del proyecto. Suceden en la etapa previa al inicio de las operaciones.

Para la puesta en marcha de esta unidad de negocio, se requieren gastos pre operativos como los siguientes: trámite de licencias, publicidad previa a la fase operativa, imprevistos, adecuaciones, software contable, honorarios por consultoría, capacitación y papelería. En la tabla 5.2 se describen en detalle estos gastos.

Tabla 5.2. Gastos Preoperativos

Gastos pre-operativos	Valor
Estudios de pre-factibilidad	\$ 2.000.000
Gastos de constitución y legalización: registro, licencias, registros	\$ 450.000
Publicidad previa a la fase operativa	\$ 2.500.000
Adecuaciones	\$ 4.000.000
Imprevistos	\$ 5.000.000
Total otros gastos preoperativos	\$ 13.950.000

Fuente: los autores

5.1.5 Depreciación

Es un mecanismo se reconoce el desgaste que sufre un bien por su uso. Cuando un bien es utilizado para generar ingresos, este sufre desgaste normal durante su vida útil, que al final lo lleva a ser remplazado.

En la tabla 5.3 se calculó la depreciación para cada bien aplicable que se incluirán en los costos de producción y gastos operacionales.

Tabla 5.3. Calculo Depreciación

CLASE	VIDA ÚTIL	COSTO HISTÓRICO	ANUAL	MENSUAL
Muebles y enseres oficina	10 años	\$ 8.000.000	\$ 800.000	\$ 66.667
Maquinaria y equipo (fábrica)	10 años	\$ 135.100.000	\$ 13.510.000	\$ 1.125.833
Edificios, locales y casas	20 años	\$ 40.530.000	\$ 2.026.500	\$ 168.875
Vehículo	5 Años	\$ 20.000.000	\$ 4.000.000	\$ 333.333
Equipo de cómputo oficina	3 años	\$ 5.000.000	\$ 1.666.667	\$ 138.889
Total depreciación		\$ 208.630.000	\$ 22.003.167	\$ 1.833.597

Fuente: los autores

5.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción de carbón activado de origen vegetal con CPA se dividieron en costos fijos y costos variables. Los valores son calculados con un horizonte de 5 años iniciando desde el 2013 hasta el 2017.

5.2.1 Costos Fijos

Los costos fijos corresponden a los costos necesarios para mantener una estructura de producción y ventas. Se refieren a la remuneración del personal no involucrado directamente en el proceso; son costos provenientes de la compra de herramientas de trabajo, dotación del personal, manutención e imprevistos.

Los costos fijos para este estudio en la empresa Filter Ware se dividieron en costos indirectos y gastos operacionales.

5.2.2 Costos Indirectos

Son costos que no están clasificados como mano de obra directa ni como materiales directos. Se puede apreciar en la tabla 5.4 la descripción a partir del 2013 hasta el año 2017.

Tabla 5.4. Costos Indirectos

CONCEPTO	2013/Mensual	2014/Mensual	2015/Mensual	2016/Mensual	2017/Mensual
Servicio Publico-Agua	\$ 334.350,00	\$ 690.098,40	\$ 1.147.935,00	\$ 1.721.902,50	\$ 2.295.870,00
Servicio Publico-Luz	\$ 204.717,06	\$ 249.869,81	\$ 294.468,52	\$ 362.848,67	\$ 465.774,64
ACPM-Caldera	\$ 2.271.510,00	\$ 4.688.396,64	\$ 7.798.851,00	\$ 11.698.276,50	\$ 15.597.702,00
Seguros maquinaria y equipo	\$ 120.000,00	\$ 123.840,00	\$ 127.555,20	\$ 131.381,86	\$ 135.323,31
Mantenimiento maquinaria y equipo	\$ 150.000,00	\$ 154.800,00	\$ 159.444,00	\$ 164.227,32	\$ 169.154,14
GAS Natural	\$ 451.836,00	\$ 932.589,50	\$ 1.551.303,60	\$ 2.326.955,40	\$ 3.102.607,20
Empaques	\$ 1.000.000,00	\$ 1.032.000,00	\$ 1.062.960,00	\$ 1.094.848,80	\$ 1.127.694,26
Depreciación de maquinaria y equipo (fábrica)	\$ 1.125.833,33	\$ 1.125.833,33	\$ 1.125.833,33	\$ 1.125.833,33	\$ 1.125.833,33
Depreciación del edificio (fábrica)	\$ 168.875,00	\$ 168.875,00	\$ 168.875,00	\$ 168.875,00	\$ 168.875,00
Depreciación vehiculo-Montacarga	\$ 333.333,33	\$ 333.333,33	\$ 333.333,33	\$ 333.333,33	\$ 333.333,33
Mano de obra indirecta	\$ 3.029.871,80	\$ 3.126.827,70	\$ 3.220.632,53	\$ 3.317.251,50	\$ 3.416.769,05
TOTAL	\$ 8.651.259,47	\$ 11.686.495,51	\$ 15.548.788,00	\$ 20.360.983,05	\$ 25.177.291,63

Fuente: los autores

5.2.3 Gastos operacionales

Es el valor total que Filter Ware debe desembolsar por concepto del desarrollo de las diferentes actividades que despliega, para el funcionamiento de la unidad de negocio proyectada. Se dividen en: administrativos, ventas y financieros.

La tabla 5.5 indica los gastos que se tuvieron en cuenta:

Tabla 5.5. Gastos Operacionales

ADMINISTRATIVOS	2013/Mensual	2014/Mensual	2015/Mensual	2016/Mensual	2017/Mensual
Nómina personal administrativo	\$ 5.364.038,45	\$ 5.535.687,68	\$ 5.701.758,31	\$ 5.872.811,06	\$ 6.048.995,39
Servicios públicos	\$ 100.000,00	\$ 103.200,00	\$ 106.296,00	\$ 109.484,88	\$ 112.769,43
Teléfonos y Comunicaciones(internet-Celular)	\$ 550.000,00	\$ 567.600,00	\$ 584.628,00	\$ 602.166,84	\$ 620.231,85
Depreciacion muebles y enseres	\$ 66.666,67	\$ 66.666,67	\$ 66.666,67	\$ 66.666,67	\$ 66.666,67
Honorarios contador	\$ 400.000,00	\$ 412.800,00	\$ 425.184,00	\$ 437.939,52	\$ 451.077,71
Depreciación equipos de cómputo	\$ 138.888,89	\$ 138.888,89	\$ 138.888,89	\$ -	\$ -
Otros gastos (aseo, cafetería)	\$ 200.000,00	\$ 206.400,00	\$ 212.592,00	\$ 218.969,76	\$ 225.538,85
Subtotal gastos administrativos	\$ 6.819.594,01	\$ 7.031.243,24	\$ 7.236.013,87	\$ 7.308.038,73	\$ 7.525.279,89
VENTAS					
Nómina personal de ventas	\$ 1.590.860,90	\$ 1.641.768,45	\$ 1.691.021,50	\$ 1.741.752,15	\$ 1.794.004,71
Pagina web(Mantenimiento)	\$ 100.000,00	\$ 103.200,00	\$ 106.296,00	\$ 109.484,88	\$ 112.769,43
Subtotal gastos de ventas	\$ 1.690.860,90	\$ 1.744.968,45	\$ 1.797.317,50	\$ 1.851.237,03	\$ 1.906.774,14
GASTOS FINANCIEROS	\$ 40.000,00	\$ 41.280,00	\$ 42.518,40	\$ 43.793,95	\$ 45.107,77
TOTAL GASTOS OPERACIONALES	\$ 8.550.454,91	\$ 8.817.491,68	\$ 9.075.849,77	\$ 9.203.069,71	\$ 9.477.161,80

Fuente: los autores

5.2.4 Costos variables

Son los costos que están directamente asociados con la elaboración del producto, varían de acuerdo al volumen de producción. Incluye la remuneración del personal que transforma la materia prima (ver Anexo 1-18) y (ver Anexo 1-19) Los costos variables se detallan en la tabla 5.7:

5.2.5 Análisis de costos y gastos

Incluye el total de los costos de producción y el total de gastos operacionales. Ver tabla 5.6

Tabla 5.6. Total costos y gastos

COSTOS DE PRODUCCIÓN	2013/Mensual	2014/Mensual	2015/Mensual	2016/Mensual	2017/Mensual
Materia prima directa	\$ 3.780.000,00	\$ 7.801.920,00	\$ 13.393.296,00	\$ 20.692.642,32	\$ 28.417.895,45
Mano de obra directa	\$ 4.189.710,85	\$ 6.316.104,87	\$ 9.876.944,22	\$ 12.278.094,75	\$ 14.810.083,40
Costos indirectos	\$ 8.651.259,47	\$ 11.686.495,51	\$ 15.548.788,00	\$ 20.360.983,05	\$ 25.177.291,63
Subtotal costos de producción	\$ 16.620.970,32	\$ 25.804.520,37	\$ 38.819.028,22	\$ 53.331.720,11	\$ 68.405.270,48
GASTOS OPERACIONALES					
Administrativos	\$ 6.819.594,01	7.031.243,24	7.236.013,87	7.308.038,73	7.525.279,89
Ventas	\$ 1.690.860,90	1.744.968,45	1.797.317,50	1.851.237,03	1.906.774,14
Subtotal gastos operacionales	\$ 8.510.454,91	\$ 8.776.211,68	\$ 9.033.331,37	\$ 9.159.275,75	\$ 9.432.054,03
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 25.131.425,22	\$ 34.580.732,06	\$ 47.852.359,59	\$ 62.490.995,87	\$ 77.837.324,51

Fuente: los autores

Durante el análisis se calcularon los costos fijos y los costos variables como se muestra en la tabla 5.7:

Tabla 5.7. Costo fijo costo variable

	2013		2014		2015		2016		2017	
	Mensual	Por Kg de CA	Mensual	Por Kg de CA	Mensual	Por Kg de CA	Mensual	Por Kg de CA	Mensual	Por Kg de CA
COSTOS FIJO	\$ 17.201.714,37	\$ 3.822,80	\$ 20.503.987,19	\$ 2.278,22	\$ 24.624.637,76	\$ 1.641,64	\$ 29.564.052,75	\$ 1.313,96	\$ 34.654.453,43	\$ 1.155,15
COSTOS VARIABLES	\$ 7.969.710,85	\$ 1.771,05	\$ 14.118.024,87	\$ 1.568,67	\$ 23.270.240,22	\$ 1.551,35	\$ 32.970.737,07	\$ 1.465,37	\$ 43.227.978,85	\$ 1.440,93
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 25.171.425,22	\$ 5.593,85	\$ 34.622.012,06	\$ 3.846,89	\$ 47.894.877,99	\$ 3.192,99	\$ 62.534.789,82	\$ 2.779,32	\$ 77.882.432,28	\$ 2.596,08

Fuente: los autores

5.2.6 Determinación del precio a través del costo

Tabla 5.8. Determinación Precio

DETERMINACIÓN DEL PRECIO A TRAVÉS DEL COSTO	2013	2014	2015	2016	2017
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 25.131.425,22	\$ 34.580.732,06	\$ 47.852.359,59	\$ 62.490.995,87	\$ 77.837.324,51
NÚMERO DE KILOGRAMOS MENSUALES	\$ 4.500,00	9.000,00	15.000,00	22.500,00	30.000,00
TOTAL PRECIO POR KG SIN UTILIDAD	\$ 5.584,76	\$ 3.842,30	\$ 3.190,16	\$ 2.777,38	\$ 2.594,58

Fuente: los autores

5.2.7 Estructura de Precios de Venta

Tabla 5.9. Estructura Precio

CONCEPTO	VALORES										%
	2013/Mensual	Unitarios	2014/Mensual	Unitarios	2015/Mensual	Unitarios	2016/Mensual	Unitarios	2017/Mensual	Unitarios	
Kilogramos / Mes	4500		9000		15000		22500		30000		
VENTAS	\$ 25.200.000,00	\$ 5.600,00	\$ 52.012.800,00	\$ 5.779,20	\$ 89.288.640,00	\$ 5.952,58	\$ 137.950.948,80	\$ 6.131,15	\$ 189.452.636,35	\$ 6.315,09	100%
MENOS GASTOS OPERACIONALES	\$ 8.510.454,91	\$ 1.891,21	\$ 8.776.211,68	\$ 975,13	\$ 9.033.331,37	\$ 602,22	\$ 9.159.275,75	\$ 390,05	\$ 9.432.054,03	\$ 2.007,41	33,77%
Administrativos	\$ 6.819.594,01	\$ 1.515,47	\$ 7.031.243,24	\$ 781,25	\$ 7.236.013,87	\$ 482,40	\$ 7.308.038,73	\$ 1.562,50	\$ 7.525.279,89	\$ 1.608,00	27,06%
Ventas	\$ 1.690.860,90	\$ 375,75	\$ 1.744.968,45	\$ 193,89	\$ 1.797.317,50	\$ 119,82	\$ 1.851.237,03	\$ 387,77	\$ 1.906.774,14	\$ 399,40	6,71%
MENOS COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 16.620.970,32	\$ 3.693,55	\$ 25.804.520,37	\$ 2.867,17	\$ 38.819.028,22	\$ 2.587,94	\$ 53.331.720,11	\$ 5.734,34	\$ 68.405.270,48	\$ 8.626,45	65,96%
Mano de obra directa	\$ 4.189.710,85	\$ 931,05	\$ 6.316.104,87	\$ 701,79	\$ 9.876.944,22	\$ 658,46	\$ 12.278.094,75	\$ 1.403,58	\$ 14.810.083,40	\$ 2.194,88	16,63%
Materia prima directa	\$ 3.780.000,00	\$ 840,00	\$ 7.801.920,00	\$ 866,88	\$ 13.393.296,00	\$ 892,89	\$ 20.692.642,32	\$ 1.733,76	\$ 28.417.895,45	\$ 2.976,29	15,00%
Costos indirectos	\$ 8.651.259,47	\$ 1.922,50	\$ 11.686.495,51	\$ 1.298,50	\$ 15.548.788,00	\$ 1.036,59	\$ 20.360.983,05	\$ 2.597,00	\$ 25.177.291,63	\$ 3.455,29	34,33%
UTILIDAD	\$ 68.574,78	\$ 15,24	\$ 17.432.067,94	\$ 1.936,90	\$ 41.436.280,41	\$ 2.762,42	\$ 75.459.952,93	\$ 3.873,79	\$ 111.615.311,84	\$ 9.208,06	

Fuente: los autores

5.2.8 Análisis de precio

Si en el mercado el kilogramo se vende a \$ 3,800. Ver tabla 5.10:

Tabla 5.10. Análisis Precio

Análisis de Precio		2013/Mensual	2014/Mensual	2015/Mensual	2016/Mensual	2017/Mensual
Mercado Nal	\$ 3.800	\$ 17.100.000	\$ 34.200.000	\$ 57.000.000	\$ 85.500.000	\$ 114.000.000
Carbón Aleman	\$ 5.850	\$ 26.325.000	\$ 52.650.000	\$ 87.750.000	\$ 131.625.000	\$ 175.500.000
Filter Ware	\$ 5.600	\$ 25.200.000	\$ 50.400.000	\$ 84.000.000	\$ 126.000.000	\$ 168.000.000

Fuente: los autores

5.2.9 Precio de venta al público PVP

Tabla 5.11. Precio PVP

PREVIO VENTA AL CLIENTE PRECIO+ IVA 16%		2013	2014	2015	2016
PRECIO VENTA		\$ 5.600,00	\$ 5.779,20	\$ 5.952,58	\$ 6.131,15
MAS IVA		\$ 896,00	\$ 924,67	\$ 952,41	\$ 980,98
PREVIO FINAL DE VTA		\$ 6.496,00	\$ 6.703,87	\$ 6.904,99	\$ 7.112,14

Fuente: los autores

5.2.10 Ingresos

Los ingresos del proyecto corresponden a la venta de carbón activado producido por Filter Ware Ltda.

El precio de venta iniciara con un precio de \$5600 + IVA por kg de Carbón activado de origen vegetal; La producción mensual requerida durante los 5 años del proyecto y sus ingresos serán los que se muestran en la Tabla 5.12:

Tabla 5.12. Ingresos esperados por venta durante la vida útil del proyecto.

AÑO	PRODUCCIÓN ANUAL (Ton)	INGRESOS NETOS (\$)	INGRESOS \$/mes
1	54	\$ 142.380.000,00	\$ 25.200.000
2	108	\$ 457.712.640	\$ 52.012.800
3	180	\$ 892.886.400	\$ 89.288.640
4	270	\$ 1.489.870.247	\$ 137.950.949
5	360	\$ 2.159.760.054	\$ 189.452.636

Fuente: los autores

5.2.11 Rentabilidad económica

Es el beneficio económico a obtener y el objetivo fundamental a conseguir en un proyecto de inversión. Para Filter Ware Ltda se analiza la rentabilidad de este proyecto con base a un precio de venta definido, de acuerdo al mercado.

El total de costos y gastos recogen todo lo relacionado con la ejecución del proyecto.

Con la utilidad y el presupuesto de ventas para cada uno de los años calculados se encontró que la rentabilidad es la siguiente según tabla 5.13:

Tabla. 5.13. Rentabilidad Económica

Rentabilidad	2013	2014	2015	2016	2017
	0%	34%	46%	55%	59%

Fuente: los autores

5.3 ESTUDIO FINANCIERO

Es el análisis de la capacidad de un proyecto de inversión, para saber si es sustentable, viable y rentable en el tiempo. En este estudio es una planta de producción de carbón activado de origen vegetal.

Para realizar este estudio se utilizó información de varias fuentes, como estimaciones de ventas futuras, costos, inversión inicial, estudios de mercado, de demanda, costos laborales y costos de financiamiento.

5.3.1 Términos de referencia para la evaluación

El periodo de estudio y evaluación del proyecto considera un horizonte económico de 5 años, tomando en cuenta la vida útil de los activos fijos, principalmente de la maquinaria y equipos para la producción.

5.3.2 Determinación del capital de trabajo

El capital de trabajo es el recurso adicional a la inversión en activo fijo y otras inversiones que se requiere para poner en marcha la planta de producción. Financia la primera producción antes de recibir sus primeros ingresos por ventas, servirá para financiar los costos de producción y gastos operacionales.

El efectivo inicial requerido puede determinarse a través del estudio de mercado, identificando como pagan los clientes, como cobran los proveedores, y estableciendo las ventas mensuales esperadas; se determina mediante el conocimiento de los costos.

Para calcularlo en la empresa Filter Ware Ltda se tuvo en cuenta el análisis de gastos y costos para establecer el valor de operación mensual.

La inversión de capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corriente, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para la capacidad y tamaños escogidos, se entiende como ciclo productivo el proceso que se inicia en el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y termina cuando se vende los insumos transformados en productos, para luego, percibir el producto de la venta y quedar un saldo disponible para adquirir nuevos insumos.

La tabla 5.14 indica el capital de trabajo necesario para el inicio del proceso productivo.

Tabla 5.14. Capital de trabajo

Costos y gastos para producir, elaborar el producto o prestar el servicio	Valor
Costos de (producción o elaboración/ventas)	\$ 16.620.970
Gastos operacionales (administrativos, de ventas y financieros)	\$ 8.550.455
Total costos y gastos	\$ 25.171.425
2 MESES	\$ 50.342.850

Fuente: los autores

5.3.3 Estructura de Capital

La estructura de capital escogida, es de un 33% de financiamiento a 5 años de plazo con una tasa de interés mensual 2% mes vencido, determinando el interés anual del 26.8% efectivo anual a un plazo de 5 años.

El aporte de Filter Ware Ltda es del 67% de capital propio. Como se muestra en la siguiente tabla 5.15:

Tabla.5.15. Fuentes de financiamiento

Recursos propios	Valor	Estructura
Aporte social	\$ 300.000.000	67%
Recursos disponibles	\$ 200.000.000	45%
Total recursos propios	\$ 300.000.000	67%
Recursos ajenos	Valor	
Redes personales (préstamos familiares o amigos)	\$ 15.838.850	4%
Financiamiento proveedores	\$ 30.000.000	7%
Sistema financiero	\$ 100.000.000	22%
Total recursos ajenos	\$ 145.838.850	33%
TOTAL PLAN DE FINANCIACIÓN	\$ 445.838.850	100%
TOTAL RECURSOS NECESARIOS	\$ 445.838.850	

Fuente: los autores

5.3.4 Tasa de descuento

Es el precio que se paga por los fondos requeridos para cubrir la inversión. Representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión financiada con un préstamo y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido. Tendremos en cuenta una tasa de rendimiento del 5.9%, que ha sido estimada por el Banco de la Republica para inversiones de capital en Colombia.

5.3.5 Tasa de interés Anual Crediticio

Es la tasa de interés acumulada de la deuda está dada por el interés anual que cobra el banco por un crédito a largo plazo. Para el análisis de este proyecto se estima un valor de la tasa de interés mensual 2% mes vencido, determinando el interés anual del 26.8% efectivo anual a un plazo de 5 años.

5.3.6 Indicadores financieros

Para determinar la rentabilidad del proyecto para Filter Ware Ltda y tomar la decisión de aceptar o rechazar la posibilidad de continuar con la siguiente fase de estudio, para ello se utilizarán los criterios de valor anual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

5.3.7 Valor Actual Neto (VAN)

El criterio VAN (también llamado VPN: Valor Presente Neto) plantea que el proyecto debe aceptarse si este valor es positivo o cero (≥ 0), esto significa que los ingresos esperados del proyecto alcanzarán a cubrir los costos y la inversión inicial, generando excedentes. El VAN calculado del proyecto es de \$ 933.785.975,88.

5.3.8 Tasa interna de retorno (TIR)

Determina la rentabilidad sobre el capital invertido y por lo tanto señala la tasa máxima de interés que sería posible pagar por los préstamos obtenidos para financiar el proyecto. Si la TIR es mayor a la tasa de descuento, el proyecto es aceptable.

La TIR calculada para este proyecto es de 33% y la tasa de descuento 5.9%. En este caso el proyecto es viable.

5.3.9 Flujo de caja del proyecto

Para efectos de financiar el proyecto, se partirá del aporte de capital requerido en la inversión inicial, se calculará el flujo de ingresos, egresos, costos y gastos durante 5 de años plazo.

En el Flujo de Caja de Proyecto ver (Anexo 1-20), (Anexo 1-21), (Anexo 1-22), (Anexo 1-23), (Anexo 1-24) se visualiza la proyección teniendo en cuenta los criterios antes mencionados.

En el año 2013 a partir del mes 2 el saldo final es -\$6.470.000(saldo negativo), en la proyección.

El máximo saldo final negativo, se encuentra en el mes 6 del año 2014 y corresponde a \$-210.730.245.

Para el mes 10 del año 2015 se proyecta el primer saldo final positivo, donde se empieza con una renta de \$15.444.583.

Al final del año 2017 se proyecta contar con una renta de \$1.945.985.793 para la máxima capacidad instalada de 30 Ton de carbón activado.

5.3.10 Análisis de Sensibilidad

Con el propósito de establecer los rangos de viabilidad del proyecto ante cambios en las variables de mayor incidencia en los indicadores económicos, es por ello que se somete a un análisis de sensibilidad.

5.3.11 Determinación del punto de equilibrio

El punto de equilibrio se refiere al nivel de producción en el que son exactamente iguales los beneficios por venta a la suma de los costos fijos y los variables, la mayor utilidad que presta, es la determinación del punto mínimo de producción al que se debe operar para no incurrir en pérdidas.

Este equilibrio se encuentra en el mes 10 del año 2015 con una capacidad de producción de 15.000 kg de CA.

5.3.12 Análisis pesimista y optimista.


Las condiciones pesimistas y optimistas del proyecto en las que se simulan cambios en el valor de los costos variables y en los precios de venta del producto son las siguientes:

- **Condición pesimista:** aumento de los costos variables en un 10% y disminución del precio de venta en un 10%.
- **Condición optimista:** disminución en un 10% de los costos variables y aumento en el precio de venta en un 10%.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a la información obtenida de la entrevista con el gerente de Filter Ware y el análisis de datos obtenido de las pruebas de laboratorio con diferentes muestras de carbón activado tanto tipo mineral y vegetal como nacional e importado, que el carbón activado nacional de tipo mineral no cumple con las especificaciones de calidad requeridas, dado que deja partículas suspendidas en el agua debido a que no tiene un tamaño de partícula adecuado para que sea empleado en el filtro que ofrece la empresa al mercado, de igual forma se evidencio que reduce en forma drástica el pH del agua haciéndola más acida y disminuye la retención de sales.

El producto se definió como un carbón activado granular de origen vegetal más exactamente de Cuesco de Palma Africana, como se muestra en la siguiente ficha técnica:

		
<p align="center">Carbón Activado Granular CGC</p> <p align="center">Ficha Técnica</p>		
Parámetro	Especificaciones	Método
Granulometría	6x10 2.00 - 3.35 mm	ASTM D2862 – 97
% Ceniza	3.70	ASTM D286 – 94
Dureza	88 – 96 Min	ASTM D3602 – 79
Área Superficial	1250 m ² /g	Adsorción de N ₂ (método BET) ASTM D-3037
Densidad aparente	0.59 g/cm ³	ASTM D2854 – 96
% de yodo	770 mg/g	ASTM D4607 – 94
pH	9 – 11	ASTM D3838 – 05
% Carbón fijo	72.42	ASTM D – 3172
Material volátil	8.04	ASTM D-5832 – 98

Características

- Este CGC es obtenido a partir del cuesco de palma africana y es activado con vapor de agua.
- Se presenta en granos de color negro insolubles en agua.
- El producto presenta un alta tenacidad a la abrasión, haciéndolo muy adecuado para las aplicaciones en fase líquida.

Condiciones de manejo y almacenamiento

Almacenar en lugar seco y libre de solventes.

Empaque

El producto es empacado en multicapa de papel Kraft en una presentación de 25 kg de contenido neto.

Precauciones

El CGC no es un producto peligroso.
Se debe utilizar protección respiratoria y gafas de seguridad.

El precursor más adecuado para obtener el carbón activado de la empresa Filter Ware es el Cuesco de Palma por su disponibilidad, concentración y dureza. Se asegura un suministro constante y suficiente de esta materia prima para la producción del carbón activado.

El estudio de mercado muestra que la demanda de carbón activado es de alrededor de las 750 t mensuales, que alrededor del 45% corresponde a carbón activado granular, con base en lo anterior se ha trazado un plan de producción planificada para alcanzar en el año 2017 una producción de 360 t para lograr el 100% de la capacidad instalada. El precio de venta propuesto por cada kg de carbón es de lo por menos \$ 3.800 para poder competir con el carbón nacional. Con base en el plan de producción anual planificada se determinan los volúmenes de producción que se usaron para el diseño de planta.

Si se logra un posicionamiento en el mercado produciendo un carbón con excelente calidad tal que se superen las debilidades del producto nacional, queda abierta la posibilidad de lograr un desplazamiento en las importaciones, ya que la demanda es suplida principalmente por estos movimientos; lo anterior se verifica

en la opinión de los potenciales consumidores que expresaron su interés en consumir un producto nacional de buenas características.

El estudio de la oferta permitió identificar los posibles competidores, que fueron calificados para seleccionar aquellos que pueden llevar a que Filter Ware fabrique carbones activados de altísimo nivel como se muestra en el QFD.

Se diseñó una planta para la producción de carbón activado granular de origen vegetal, más precisamente de cuesco de palma africana, materia prima que va a proveerse con suficiencia. La tecnología de fabricación es por activación física usando vapor de agua, y las principales operaciones son una carbonización a 600°C durante hora y media, seguida de una gasificación (activación) a 900°C también durante hora y media. La planta, ubicada en Puerto López con la ventaja de la cercanía a las plantas extractoras de aceite que reduce los costos de transporte, y que inicialmente se había pensado para una capacidad máxima de 360 t anuales, finalmente se sobredimensionó hasta 500 t; operando con un único turno se diseñaron los equipos y requerimientos para lograr el procesamiento del cuesco de palma, tales como el sistema de almacenamiento, el molino, la tolva, los hornos, los quemadores, la caldera, los compresores, los ciclones y otros dispositivos de menor importancia; éstos se dispusieron en un Lay Out de la planta. También se indicaron los requerimientos en el talento humano necesarios para lograr satisfactoriamente la planificación realizada.

En la aplicación del QFD para el producto y producción de carbón activado de origen vegetal, con respecto al carbón importado de origen mineral, que se puede cumplir con los requerimientos del cliente (tamaño de partícula, capacidad adsorbente, nivel de humedad, porosidad y dureza); si se cumple con los requerimientos finales de producción (temperatura de carbonización, tiempo de carbonización, temperatura de activación, tiempo de activación).

En la retroalimentación con Filter Ware, estuvieron de acuerdo con el cambio en la localización de la planta, debido al argumento de reducción de costos por transporte de materiales; se recomienda un espectro más amplio en la granulometría del carbón activado producido ya que quieren tener una gama más amplia de aplicaciones y no solo a tratamiento de aguas. Para Filter Ware ha sido una grata experiencia para definir su planeación estratégica, observar las oportunidades del mercado y las mejoras tecnológicas potenciales para lograr un desplazamiento de las importaciones de carbón activado. En la siguiente figura se visualiza la certificación de Filter Ware.



Expertos en filtración y purificación de agua.

De antemano queremos agradecer a los estudiantes de Ingeniería industrial Luisa Fernanda Infante y Oscar Javier Quintero el haberse interesado en la problemática planteada por nuestra empresa y haber realizado su trabajo de grado enfocándose en nuestros requerimientos y necesidades.

Gracias a las investigaciones, estudios y análisis presentados, hemos realizado algunos cambios en nuestro proceso de planeación respecto al proyecto de la implementación de una unidad productiva de carbón activado, ya que inicialmente se encontraba orientada hacia la producción del carbón granulado necesario para la filtración de agua y no se habían tenido en cuenta otras necesidades del mercado. Basados en los datos entregados en el proyecto de grado, podemos visualizar otros mercados potenciales existentes tanto a nivel local como fuera del país, para lo cual se deberán tener en cuenta diferentes granulometrías, procesos de activación y materias primas.


Ya que se concluyó que la materia prima ideal es el cuesco de palma africana, y que esta es abundante en los llanos orientales, la ubicación de la unidad productiva también se modificó y tendrá que ubicarse en un lugar cercano a Puerto López en el departamento del Meta.

Otro aporte de altísima utilidad, es el relacionado con las materias primas, pues pudimos corroborar mediante las diferentes pruebas que se efectuaron, con mediciones tanto cualitativas como cuantitativas, que la calidad del carbón que actualmente usamos es superior a la de los carbones que se encuentran disponibles en el mercado nacional. Esta información es importante para nuestras campañas actuales de mercadeo y publicidad, pues ratifica la ventaja de nuestro filtro frente a otros filtros similares pertenecientes a otros fabricantes.

Sin duda el proyecto de grado ha contribuido enormemente con la planeación y diseño de la unidad productiva, y afianza la necesidad de su pronta ejecución.


JAVIER CAMELO

Gerente

 E.U.
Cra: 15 No. 67-27
Tel: 544 77 51/211 86 79

Calle 70 No. 15 - 89 Bogotá, D.C. / Teléfonos: 5447751 - 6061986 - 3461680
www.filterware.co

El VAN calculado para este proyecto es \$ 933.785.975,88. La TIR calculada para este proyecto es de 33% y la tasa de descuento 5.9%. En este caso el proyecto es viable. El punto de equilibrio se encuentra en el mes 10 del año 2015 con una capacidad de producción de 15.000 kg de CA.

REFERENCIAS

- Arboleda Velez, G. (2001). *Proyectos, Formulación, Evaluación y Control*. Bogotá, D.C.: Cargraphics S.A.
- Baca Urbina, G. (2001). *Evaluación de Proyectos*. México: McGraw-Hill.
- Castañeda Espinosa, D. A., & Corredor Tiria, L. E. (2004). *Producción de Carbón Activado a partir de Cuesco de Palma por el Método de Activación con Agua en Estado Supercrítico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Cookson, J. T. (1980). *Carbon Adsorption Handbook*. Miami, USA: Cheremisinoff, P. N. Ellerbush F.
- Espinel Sanchez, J. A. (1992). I Seminario Nacional. Aspectos Básicos y Tecnológicos de los Carbones Activados. *Mercado Nacional e Internacional del Carbón Activado* (págs. 1-56). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- FEDEPALMA. (2012). Anuario Estadístico 2012.
- Gómez, A., Klose, W., & Rincón, S. (2010). *Carbón Activado de Cuesco de Palma. Estudio de termogravimetría y estructura*. Kassel: Kassel University Press GmbH.
- Gómez, A., Rincón, S., & Klose, W. (2008). *Pirólisis de biomasa: cuesco de palma*. Kassel, Alemania: Kassel University Press.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Operaciones*. Mexico: Prentice Hall.
- Kaneko, N. (1994). *QFD Version 1.0*. Monterrey: Centro de Calidad ITESM.
- LÓPEZ TORRES, J. M. (2001). *Estudio preliminar para la producción y caracterización de carbón activado a partir del cuesco de palma africana y su uso en la decoloración de aceites vegetales*. Bogotá.
- Méndez, R. (2012). Formulación y Evaluación de Proyectos. En *Componentes Básicos del Estudio de Mercado y Comercialización o Análisis de Oferta y Demanda de un Servicio* (págs. 85, 94). Bogotá: ICONTEC.
- Ñustes, F. J. (s.f.). Gerencia Estratégica. En F. J. Ñustes.
- Palacios, M. V., & Riveros de Martín, L. I. (1981). *Posibilidades de Producción de Carbón Activado y Grafito Artificial en Colombia*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Parkin, M. (2009). *Economía*. Pearson, Adison Wesley: México.

PROEXPORT, C. (2011). *Plan Sectorial. Biocombustibles*.

Rodríguez-Reinoso, F. (1989). Comité Internacional para la Caracterización y la Terminología del Carbón. *Carbon*, 27, 305-312.

Rouquerol, F., Rouquerol, J., & Sing, K. (1999). *Adsorption by Powders and Porous Solids*. London: Academic Press.

SERNA GOMEZ, H. (2000). *Gerencia Estrategica: Planeacion y Gestion, Teoria y Metodologia*. Bogota: 3R Editores.

Zaïdi, A. (s.f.). *Despliegue de la Funcion de la calidad*.

zutnao. (s.f.). *estudio*.

Anexo 1-1

ACTA DE ENTREVISTA FILTER WARE

Acta de Entrevista

Fecha : 10 de julio de 2012


Objetivo: Documentar, conocer la estructura organizacional y estratégica de la empresa objeto del presente estudio.

Durante la etapa de Diagnostico se realizo una entrevista a Javier Enrique Camelo Gerente de FilterWireLtda; la cual abordo y se documentaron los siguientes temas:

1. Reseña de FilterWire Ltda.
2. Planeación Estratégica
3. Visión
4. Misión
5. Objetivos Empresariales
6. Estructura organizacional (Organigrama)
7. Se diligenciaron las matrices iniciales PCI-POAM-DOFA
8. Se solicitaron fichas técnicas de la materia prima (Carbón Activado)



Javier Enrique Camelo
Gerente de FilterWireLtda



Oscar Javier Quintero S.
Est. Ing. Universidad Libre



Luisa Fernanda Infante F.
Est. Ing. Universidad Libre

Anexo 1-2

CALIFICACION DE ASPECTOS DE CAPACIDAD DIRECTIVA

Capacidad Directiva	GRADO			GRADO			Impacto		
	Fortaleza			Debilidad					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Imagen Corporativa Responsabilidad Social	X						X		
Uso de planes estratégicos Análisis Estratégico			X				X		
Evaluación y pronostico del medio					X				X
Velocidad de respuesta a Condiciones cambiantes	X						X		
Flexibilidad de la estructura organizacional		X						X	
Comunicación y Control Gerencial			X						X
Orientación empresarial Habilidad para atraer y retener gente altamente creativa		X						X	
Habilidad para responder a la tecnología cambiante			X						X
Habilidad para manejar la inflación				X			X		
Agresividad para enfrentar la competencia				X					X
Sistemas de Control			X					X	
Sistemas de toma de decisiones					X				X
Sistemas de Coordinación y Responsabilidades	X						X		
Evaluación de Gestión						X		X	
Otros:									

FUENTE: Los autores.

Anexo 1-3

CALIFICACION DE ASPECTOS DE CAPACIDAD TECNOLÓGICA

PCI FILTER WARE LTDA.									
Capacidad Tecnológica	GRADO			GRADO			Impacto		
	Fortaleza			Debilidad					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Habilidad técnica y de manufactura			X					X	
Capacidad de innovación		X							X
Nivel de tecnología utilizado en los productos						X			X
Fuerza de patentes y procesos					X				X
Efectividad de la producción y programas de entrega	X						X		
Valor agregado al producto	X						X		
Intensidad de mano de obra en el producto					X		X		
Economía de escala					X		X		
Nivel Tecnológico			X						X
Aplicación de tecnología de computadores		X					X		
Nivel de coordinación e integración con otras áreas	X						X		
Flexibilidad de la producción	X						X		
Otros:									

FUENTE: Los autores.

Anexo 1-4

CALIFICACION DE ASPECTOS DE CAPACIDAD DE TALENTO HUMANO

PCI FILTER WARE LTDA.									
Capacidad de Talento Humano	GRADO			GRADO			Impacto		
	Fortaleza			Debilidad					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Nivel académico del talento						X		X	
Experiencia técnica			X						X
Estabilidad	X						X		
Rotación			X						X
Ausentismo	X						X		
Pertenencia		X						X	
Motivación						X		X	
Nivel de remuneración						X			X
Accidentalidad	X						X		
Retiros	X								X
Índices de desempeño y Productividad	X						X		
Otros:									

Anexo 1-5

CALIFICACION DE ASPECTOS DE CAPACIDAD COMPETITIVA

PCI FILTER WARE LTDA.									
Capacidad Competitiva	GRADO			GRADO			Impacto		
	Fortaleza			Debilidad					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Fuerza de producto, calidad, exclusividad			X				X		
Lealtad y satisfacción del cliente	X						X		
Participación del mercado 10%				X			X		
Bajos costos de distribución	X						X		
Uso de la curva de experiencia					X			X	
Uso del ciclo de vida del producto y del ciclo de reposición				X					X
Inversión en I&D para desarrollo de nuevos productos			X						X
Ventaja sacada del potencial de crecimiento del mercado				X					X
Fortaleza de los proveedores y disponibilidad de insumos	X						X		
Concentración de consumidores				X				X	
Administración de Clientes				X			X		
Acceso a organismos privados o públicos-Escuelas-Colegios-Hospitales				X			X		
Portafolio de productos			X						X
Programas post-venta				X			X		
Bajos Costos de Ventas					X		X		

FUENTE: Los autores.

Anexo 1-6

CALIFICACION DE ASPECTOS DE CAPACIDAD FINANCIERA

PCI FILTER WARE LTDA.									
Capacidad Financiera	GRADO			GRADO			Impacto		
	Fortaleza			Debilidad					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Acceso a capital cuando lo requiere	X						X		
Grado de utilización de su capacidad de endeudamiento			X					X	
Facilidad para salir del mercado			X						X
Retorno de la inversión	X						X		
Liquidez, disponibilidad, de fondos internos	X						X		
Comunicación y control gerencial			X					X	
Habilidad para competir con precios			X						X
Inversión de capital. Capacidad para satisfacer la demanda		X						X	
Estabilidad de costos Habilidad para mantener el esfuerzo ante la demanda cíclica-oleadas	X						X		
Elasticidad de la demanda con respecto a los precios				X			X		
Disponibilidad de Rentabilidad				X			X		

FUENTE: Los autores.

Anexo 1-7

CALIFICACION FACTORES ECONOMICOS

POAM FILTER WARE LTDA.									
FACTORES ECONOMICOS	GRADO			GRADO			Impacto		
	Oportunidad			Amenaza					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Inflación				X			X		
Devaluación						X		X	
PIB						X			X
Inversión Externa			X						X
TLC					X			X	
Exportación a Latinoamérica	X						X		

Anexo 1-8

CALIFICACION FACTORES POLITICOS

POAM FILTER WARE LTDA.									
FACTORES POLITICOS	GRADO			GRADO			Impacto		
	Oportunidad			Amenaza					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Constitución		X						X	
Normas			X						X
Impuestos			X						X
Estabilidad política						X			X
Leyes	X						X		
Otros:									

FUENTE: Los autores.

Anexo 1-9

CALIFICACION FACTORES SOCIALES

POAM FILTER WARE LTDA.									
FACTORES SOCIALES	GRADO			GRADO			Impacto		
	Oportunidad			Amenaza					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Tasas de natalidad	X						X		
Distribución del ingreso		X						X	
Desempleo						X			X
Otros:									

Anexo 1-10

CALIFICACION FACTORES TECNOLOGICOS

POAM FILTER WARE LTDA.									
FACTORES TECNOLOGICOS	GRADO			GRADO			Impacto		
	Oportunidad			Amenaza					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Nivel de tecnología	X						X		
Flexibilidad de procesos						X			X
Automatización	X						X		
Tecnologías de información en Ventas	X						X		

FUENTE: Los autores.

Anexo 1-11

CALIFICACION FACTORES GEOGRAFICOS

POAM FILTER WARE LTDA.									
FACTORES GEOGRAFICOS	GRADO			GRADO			Impacto		
	Oportunidad			Amenaza					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Ubicación		X						X	
Clima	X						X		
Vías de acceso						X			X
Otros:									

FUENTE: Los autores.

Anexo 1-12

CALIFICACION FACTORES TECNOLOGICOS

POAM FILTER WARE LTDA.									
FACTORES TECNOLOGICOS	GRADO			GRADO			Impacto		
	Oportunidad			Amenaza					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Desregularización del Sector Financiero	X						X		
Alianzas Estratégicas	X						X		
Formación de Conglomerados		X						X	
Desarrollo de la Banca de Inversiones	X						X		
Internacionalización del Negocio Financiero			X						X
Inversión Extranjero en el Sector Financiero					X			X	
Rotación de Talento Humano						X			X
Nuevos Competidores				X			X		

FUENTE: Los autores.

Anexo 1-13

FICHA TECNICA DISPROALQUIMICOS



FICHA TECNICA DEL CARBÓN ACTIVADO

Las especificaciones del carbón producido por nosotros son las siguientes:

Método de activación: Vapor a alta temperatura.

Materia prima: Litnito (Mineral)

Tamaño de grano (mallas): polvo, 70,32,20,16,12,9,6,4, 8x30 y 1 a 1 ½ mm. 1mm 1.5mm 2 mm 4 mm 7.5 mm

ESPECIFICACIONES	4CL -70H	NORMA
Densidad aparente (g/cc)	0.45-0.52	ASTM 2854
Área superficial específica (m ² /g)	750	BET H2
Volumen de poro (cc/g)	0.35-0.36	-
PH en agua	8.0-8.5	-
Cenizas (%)	Max. 12.0	ASTM 2886
Resistencia a la abrasión (%)	87	ASTM 3802
Humedad al empaque (%)	Max. 3.5	ASTM 2867
Densidad aparente (mg 12/g)	700	JIS

Anexo 1-14

FICHA TECNICA QUIMIESENCIAS-DARCO

	DARCO 8X30	CODIGO
		VERSIÓN 1
		PAGINA 1/1
REVISADO POR: FECHA DE REVISIÓN:		APROBADO POR: FECHA DE APROBACION:

CARBON ACTIVADO GRANULAR

Darco 8x30 es un carbón activado granular lavado producido por activación con vapor de carbón de lignito. Esta específicamente manufacturado para aplicaciones que requieren altas ratas de adsorción en columnas a presión. Darco 8x30 es un a carbón activado granular utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo purificación de productos químicos, alimentos y agua.

ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO

Eficiencia de decoloración de melazas, %	85 min.
Humedad, % el empacar	12 máx.
Finos, %	0.30 máx.
Granulometría	
Mayor que malla 8 (2.36 mm), %	5 máx.
Menor que malla 30 (0.60 mm), %	5 máx.

PROPIEDADES TIPICAS

pH, extracto acuoso	5.7
Densidad aparente, gr/ml	0.37
Lb/ft3	23

CARACTERÍSTICAS GENERALES*

Área Superficial, m2/gr.	650
Volumen Total de Poro, ml/gr	0.92

*para información general, no se use como especificación

EMPAQUE

Empaque estándar de 40 Lb (18.2 Kg.), 30 bolsas por paleta para un peso neto de 1200 Lb.

Anexo 1-15

FICHA TECNICA QUIMICOS GAC-CARBOACTIV

	CARBON ACTIVADO GRANULAR CARBOACTIV	CODIGO
		VERSIÓN 1
		PAGINA 1/1

REVISADO POR:	APROBADO POR:
FECHA REVISIÓN:	FECHA APROBACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El Carbón Activado CLARIMEX tipo CARBOACTIV es un producto de alta calidad, fabricado a partir de Hulla Bituminosa, por medio de un proceso de activación con vapor.

PROPIEDADES	ESPECIFICACIONES	
		TIPICAS
Humedad al empacar, %	4 máx	2
pH	Alcalino	6 - 8
Número de Iodo, (mgI ₂ / g)	1000 mín	
Densidad Aparente, g / cc	0.43-0.48	0.46
Número de Abrasión %		75 mín
Cenizas (%)	12 max	9.5
Actividad relativa de melazas (%)		96

GRANULOMETRIAS DISPONIBLES:

8X30-M 30	5 % máx
12X40-M 40	5 % máx

Anexo 1-16

FICHA TECNICA SULFOQUIMICA S.A.



KOSHER PAREVE LEPESAJ
3628
No Req. 290



Carbón Activado Granular CGC

Ficha Técnica del Producto

Parámetro	Especificaciones	Método
Número de Yodo	800 mgI ₂ /g CA mín.	ASTM D4607 – 94
Humedad	8.0% máx.	ASTM D2867 – 99
Cenizas	15% máx.	ASTM D2866 – 94
Densidad aparente	0.45 g/ml mínimo	ASTM D2854 – 96
Resistencia a la abrasión ²	80% Min	ASTM D5159 – 04
Dureza	95 Min	ASTM D3602 – 79
Granulometría	4X10,6X12,8X30,12X25,12X40	ASTM D2862 – 97

*Vida útil posterior a su fabricación: 12 meses

Anexo 2-1

ENTREVISTA CUESTIONARIO PROVEEDOR CPA ASOPALMAR LTDA

CUESTIONARIO ENTREVISTA PROVEEDORES DE MATERIAS PRIMAS

EMPRESA: ASOPALMAR Ltda.

NOMBRE: Alexander Contreras -Gerente Comercial y Socio
Nancy Esteban- Investigación y desarrollo

FECHA: 23-11-2012

Este cuestionario no constituye compromiso o acuerdo por parte de FILTER WARE LTDA. a la compra de ningún producto o formar parte de ningún compromiso con proveedor alguno.

GENERALIDADES

1. Describa su organización.

- Empresa productora y Comercializadora de productos, aceites y grasas vegetales.

2. Listado de sus instalaciones de producción y/o distribución, y capacidad de almacenaje. Localización.

- Cultivo y planta en :
 - Granada
 - Puerto Lopez

3. Cuáles son los productos que ofrece en el mercado?

- Derivados palma
- Productos de soya
- Productos de palma de aceite.
- Margarinas y grasas
- Desarrollo de productos o marcas.
- Venta al por mayor

4. Relacione sus clientes más importantes. ¿qué porcentaje tiene cada uno de ellos en el total de su negocio?

- Aceites finos
- Llorede grasas
- Fanagra
- Refinal

25% cada uno

5. En promedio cuál es su producción anual de palma africana? ¿Es estable o está en continuo crecimiento?

- 24 mil toneladas de fruta al año
- 1700 toneladas 1% del palmiste
- 160 toneladas de nuez

6. A parte de cusco de Palma, que otros residuos se generan? Tiene más residuos de tipo ligno-celulósico o leñosos?

- Cascarella para abonos, en petróleo para separar los lodos del petróleo

CUESCO DE PALMA

7. Tiene alguna(s) característica(s) especial(es) el cusco que generan? Han medido caracterizado de alguna manera las propiedades?

- No hay estudios solo se revisa la humedad e impurezas.

8. En promedio cuánto cusco generan por hectárea de palma cultivada? Y por aceite producido?

- Salen 35 toneladas semanales

9. Mensualmente la cantidad de cusco de palma generada es? Va en aumento? Qué tanto?

- 250 toneladas mensuales
- Entre marzo y junio el aumento por la cosecha es de 100%
- Hay una pequeña disminución del 10% en Diciembre. Relativa para algunos años de producción.

10. Cómo es el proceso de obtención del cusco desde la palma africana?

- Por rompimiento, quita la tusa nuez a un lado y se rompe con molino de martillo.

11. Cómo realizan la disposición del cuesco? Le realizan algún tratamiento? Cómo lo almacenan?

- Se separa en bultos, no hay una condición específica. Por día 1 tonelada se puede llegar a obtener.

12. Qué hace con el cuesco generado? Lo botan o lo venden? O ambas cosas? En promedio cuánto venden, cuánto botan?

- No se bota se almacena.
- Se vende a \$120 pesos para uso de calderas
- Relleno recebos de carreteras.
- 20% Se vende.

13. Qué aplicaciones conoce que se le esté dando al cuesco? Sabe si alguno de sus clientes lo utiliza para producir carbón activado? Si es así en promedio cuánto lo vende al mes para ello? Podría contactarnos con algunas de ellas?

- Solo como biocombustible pero no para Carbón Activado. No tengo conocimiento de otras empresas que lo utilicen para el Carbón Activado.

14. Maneja algún stock de cuesco? Aproximadamente de cuánto?

- 35 ton semanales es el aproximado, realmente no hay mucho control.

15. Si vende el cuesco, a qué precio lo hace? El precio es variable? Depende de la cantidad, de la región de la alguna otra cosa?

- \$120 pesos kg
- \$120000 tonelada

16. Maneja crédito para el pago de dicho cuesco? Cuántos meses?

- NO de contado.

17. Qué unidad maneja para el cuesco? Peso o volumen u otra?

- Kilogramo – Empacado por Bultos

18. Qué capacidad máxima tiene de proveernos cuesco mensualmente? Maneja valores mínimos de venta?

- NO hay valores mínimos.
- 250 toneladas mes inicialmente pero con otros cultivos se podría llegar a 400 toneladas

19. Podría llegar a suministrarnos 300 Tn mensuales de cusco?
- Claro hasta 400 toneladas
20. Cómo dispone el cuesco de Palma? Qué cantidades mensuales en promedio genera?
- 35 ton semanales
21. Cuál es el plazo actual de entrega para el cuesco? Detalle este plazo de entrega (en días) desde el recibo del pedido hasta que la orden está preparada para su envío.
- Una semana.
22. ¿Cómo se embala y transporta el cuesco? Ustedes lo hacen o es responsabilidad del cliente? De ustedes hacerlo cuánto cobran por ello?
- Se entrega en Bulto o a granel volqueta o tractomula y se tapa con Angeo
 - \$115.000 por tonelada envió a Bogotá.
23. Desde que o cuales lugares se transportaría el cuesco?
- Desde Llanos orientales a Bogotá por ese precio. \$115.000
24. Realizan algún control de calidad al cuesco suministrado? Si es así descríballo por favor.
- No se realiza.
25. Si existe a alguna no conformidad o rechazo del cliente frente al producto tienen alguna política de devoluciones?
- En general trabajamos con fichas técnicas para los productos pero para este no está establecida y sería una opción.

FICHA TECNICA AQUAKOAL K-70



FICHA TÉCNICA

CARBÓN ACTIVADO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Carbón Activado
Sinónimos	Carbon activo, carbón vegetal (activado).
Marca	Aquakoal K.

Los carbones aactivados AQUAKOAL-K son elaborados en base de cáscara de coco de palma africana, rigurosamente seleccionada de las mejores plantaciones de palma africana, siendo esta materia prima la más adecuada para producir carbones activados regenerables de alta calidad y de gran dureza y resistencia a la abrasión.

2. ESPECIFICACIONES Y PROPIEDADES DEL PRODUCTO

Los carbones activados AQUAKOAL-K son una esponja microscópica formada por microcristales de carbón que posee una relación específica de micro y macro poros cuidadosamente diseñados, en función de la utilización del producto. La estructura micropora con una superficie interna muy elevada (700-1200 m²/g) le confiere a los carbones activados AQUAKOAL-K las más altas y eficientes propiedades de adsorción.

2.1 ESPECIFICACIONES CARBON ACTIVADO AQUAKOAL-K 70

Tamaño de partícula	:4x8/ 8x20/ 12x40
Densidad Aparente (ASTM 2854)	:0.45- 0.50 g/cc
Area superficial especifica (N2 BET Method)	:700
Número de Yodo (JIS)	:700
Cenizas (ASTM 2856)	:Max 12
Dureza (ASTM 3802)	:90-96
Volumen del poro (cc/g)	:0.30- 0.40
Humedad del empaque (ADMT 2867 wight %)	:Max. 6

2.2 ESPECIFICACIONES CARBON ACTIVADO AQUAKOAL-K 90

Tamaño de partícula	:4x8/ 8x20/ 12x40
Densidad Aparente (ASTM 2854)	:0.45- 0.50 G/CC

FECHA	REALIZO	REVISO	ACTUALIZO
2006/11/ 03	I.Q. Iván Darío Ospina	I.Q. Doria Maria Naranjo	I.Q. Iván Darío Ospina

Cra. 50C N° 10 Sur-18 Tels: 361 07 11-361 05 03-255 35 00-285 97 34 Fax: 285 64 74
Apartado Aéreo: 060802 - e-mail: quindus@une.net.co Medellín - Colombia



Area superficial especifica (N2 BET Method)	:900
Número de Yodo (JIS)	:900- 1000
Cenizas (ASTM 2858)	:Max 12
Dureza (ASTM 3802)	:90-96
Volumen del poro (cc/g)	:0.30- 0.40
Humedad del empaque (ADMT 2867 weight %)	:Max. 6

3. APLICACIONES

Las aplicaciones de los carbones activados AQUAKOAL-K son diversas y se realizan tanto en fase liquida como en la fase gaseosa. Entre estas aplicaciones se encuentran:

- Purificación y Tratamiento de aguas
- Procesamiento de efluentes industriales
- Protección de resinas intercambio iónico
- Purificación y decoloración de aceites vegetales y minerales.
- Recuperación de solventes
- Purificación de hidrocarburos y sus derivados
- Tratamiento de café
- Recuperación de oro de soluciones cianuradas en base de los procesos CIP, CIL, CIS
- Máscaras antigases
- Purificación del aire en campanas extractoras y ductos de ventilación.
- Filtros de cigarrillos.

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

En caso de inhalación, si la respiración se vuelve dificultosa llame a un medico. Si se deja de respirar, dé respiración artificial.

En caso de contacto con los ojos enjuague con bastante agua durante 15 minutos.

En caso de contacto con la piel, lave con agua y jabón. Visite a un médico si la irritación persiste.

FECHA	REALIZO	REVISO	ACTUALIZO
2006/11/ 03	I.Q. Iván Darío Ospina	I.Q. Doria Maria Naranjo	I.Q. Iván Darío Ospina

Cra. 50C N° 10 Sur-18 Tels: 361 07 11-361 05 03-255 35 00-285 97 34 Fax: 285 64 74
Apartado Aéreo: 060802 - e-mail: quindus@une.net.co Medellín - Colombia

5. INFORMACION TOXICOLOGICA

El carbón activado húmedo extrae el oxígeno del aire, creando un grave peligro para los trabajadores dentro de un área cerrada o confinada que contienen carbono. El producto y el polvo pueden irritar los ojos, la nariz, la garganta y la piel.

6. PROTECCION PERSONAL

Evite respirar el polvo. Use con ventilación adecuada.

Si se está generando demasiado polvo, use un respirador con filtro para partículas aprobadas por la NIOSH.

Use guantes protectores (de caucho), cuando es probable el contacto con la piel.

Evite el contacto con los ojos. Use protección para los ojos.

FECHA	REALIZO	REVISO	ACTUALIZO
2006/11/03	I.Q. Iván Darío Ospina	I.Q. Dora María Naranjo	I.Q. Iván Darío Ospina

Cra. 50C N° 10 Sur-18 Tels: 361 07 11-361 05 03-255 35 00-285 97 34 Fax: 285 64 74
Apartado Aéreo: 060802 - e-mail: quindus@une.net.co Medellín - Colombia

Anexo 2-3

FICHA TECNICA PROTOQUIMICA LTDA

	FICHA TÉCNICA CARBÓN ACTIVADO GRANULAR	Código: GT-F-40
	Versión: 01	Fecha: 01/08/2011
		Página: 1 de 1

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Nombre químico: Carbón Activado.

Fórmula Química o Componentes: C

CAS: 7440-44-0

UN: N.A.

Calidad: Técnica.

Descripción: El Carbón activado granular es de origen vegetal, producido a partir de maderas de reforestaciones y activado con vapor de agua. Estas condiciones lo convierten en un producto con gran variedad de meso y macroporos, especiales para la adsorción de materia orgánica.

Vencimiento: 10 Años.

2. APLICACIONES GENERALES

Purificación, decoloración, separación y desodorización. Utilizado en grandes volúmenes de agua en sistemas de abastecimiento público e industriales. También es utilizado en metalurgia, electroquímica, química y petroquímica, farmacéutica, catalizadores, descontaminantes, medicina.

3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Sustancias incompatibles: Ácidos fuertes, bases fuertes y agentes oxidantes fuertes.

Parámetro	Unidad	Especificación
Índice de yodo	mg I ₂ /gCA	800 Mín.
Humedad	%	8,0 Máx.
Densidad aparente	g/mL	0,25 Mín.
Pasante malla 10	%	15 Máx.

4. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y PRECAUCIONES

Condiciones de almacenamiento: Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado. Mantenga el envase cerrado cuando no lo esté usando. Almacénese lejos de Bases fuertes. Ácidos fuertes. Fuentes de ignición. Luz directa del sol.

Precauciones: No es un producto peligroso, sin embargo, cuando se encuentra pulverizado, debe utilizarse protección respiratoria y para los ojos, además se recomienda el uso de guantes.

Nota: El uso final del producto es responsabilidad directa del cliente, la información consignada en este documento es sólo de carácter ilustrativo y fue tomada de distintas fuentes bibliográficas por nuestro departamento técnico. Estos datos no representan responsabilidad legal alguna y no eximen al comprador de hacer sus propios análisis e investigaciones.

PRODUCTOS QUÍMICOS AL POR MAYOR Y DETAL - ARTÍCULOS PARA LABORATORIO Y REACTIVOS - IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
 FRAGANCIAS Y SABORES - PRODUCTOS PARA EL ASEO Y LIMPIEZA - DESMINERALIZADORES DE AGUA - SERVICIO DE MAQUILA
 Oficina principal: Carrera 52 No 6 Sur 35 PBX: (57-4) 444 8787 Medellín - Colombia
 E-mail: protoquimica@protoquimica.net.co Web: www.protoquimica.com

ANEXO 3-1

CALDERATECNIK LTDA

tecnik ltda. INGENIERIA PARA EL CALENTAMIENTO INDUSTRIAL NIT. 860.053.840-8	Caldere, Quemadores, Intercambiadores, Autoclaves, Marmitas, Equipos para Baños Turcos, Tanques, Ingeniería, Mantenimiento, Montajes, Repuestos	VERSION 01
CODIGO : AC515		
CALDERA para producción de vapor, capacidad 15 B.H.P. Combustible Dual (Acpm / gas), marca TECNIK , con acabado exterior en acero inoxidable. Adicional tanque de condensados con motobomba para inyección de agua.		
ESPECIFICACIONES TECNICAS		
1. CAPACIDAD	:	15 B.H.P. - 501.000 BTU / hora.
2. COMBUSTIBLE	:	DUAL (A.C.P.M. y/o GAS NT).
3. PRESION DE TRABAJO	:	0 a 125 psi.
4. PRESION DE DISEÑO	:	150 psi.
5. CONSUMO ACPM	:	4.5 galones / hora
6. CONSUMO GAS PROPANO:	:	27 libras / hora
7. CONSUMO GAS NATURAL :	:	16.0 m3/hora de Hi:38.800 BTU/MT3
8. PRODUCCION DE VAPOR :	:	518 libras / hora a 212° F.
11. QUEMADOR COMBUSTION:	:	Tiro forzado según Norma UL & FM.
10.TIPO	:	Pirobubular, Vertical con camisa húmeda, 1 paso cámara combustión, 1 paso haz de tubería
11.SUPERFICIE DE TRANSF	:	77,5 Ft2
12.PESO NETO	:	800 Kilos.
13.DIMENSIONES	:	90 cms diám. x 210 cms altura.
14.SISTEMA ELECTRICO	:	110 - 220 Voltios.
15.MANEJO.	:	Operación automática.
16.CONTROLES DE SEGURIDAD:	:	Protección alto-bajo nivel agua. Protección control máx. presión vapor Protección control seguridad llama.
17. EQUIPO ADICIONAL	:	* Tanque de Condensados cap. 30 gl * Motobomba de alimentación de agua 8 g.p.m.
18. NORMAS DE FABRICACION:	:	Según ICONTEC y ASME.
19. MATERIALES DE FABRICAC:	:	Láminas para cuerpo y haz de tuberías interna de fuego en Acero al Carbono ASTM. Aislamiento y lámina inox. acabado exterior.
20. GARANTIAS OFRECIDAS	:	Certificados de calidad de los controles y de las materias primas del equipo. Garantía contra defectos de fabricación de 12 meses para el cuerpo y el haz tubular. Garantizamos el equipo para vida útil de 20 años mínimo en condiciones normales de operación.
<hr/>		
SALA DE EXHIBICIÓN Y VENTAS Avenida Calle 53 No. 67 B - 35 (Avenida Carrera 68 - Avenida Calle 53) PBX: (57-1) 222 7811 • Fax (57-1) 222 0656 E-mail: tecnik.ventas@etb.net.co	PLANTA Y ALMACÉN Carrera 53 No. 17 - 78 PBX: (57-1) 405 4400 • Fax: (57-1) 261 9750 E-mail: tecnik.ingenieria@etb.net.co Bogotá, D.C. - Colombia	
www.tecnik.com.co		1

Anexo 4-1

NORMA NTC 4273

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC
4273

1997-10-22

PRODUCTOS QUÍMICOS INDUSTRIALES.
CARBÓN ACTIVADO GRANULADO



MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO

E: CHEMICAL PRODUCTS FOR INDUSTRIAL USE. GRANULAR
ACTIVATED CARBON.

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: producto químico industrial; carbón;
carbón activado.

I.C.S.: 71.080.00

Edada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Aptado: 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Anexo 4-2

NORMA ASTM D- 4607



Designation: D4607 – 94 (Reapproved 2011)

Standard Test Method for Determination of Iodine Number of Activated Carbon¹

This standard is issued under the fixed designation D4607; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the relative activation level of unused or reactivated carbons by adsorption of iodine from aqueous solution. The amount of iodine absorbed (in milligrams) by 1 g of carbon using test conditions listed herein is called the iodine number.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. Specific hazard statements are given in Section 7.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²

C819 Test Method for Specific Surface Area of Carbon or Graphite (Withdrawn 1987)³

D1193 Specification for Reagent Water

D2652 Terminology Relating to Activated Carbon

D2867 Test Methods for Moisture in Activated Carbon

D3860 Practice for Determination of Adsorptive Capacity of Activated Carbon by Aqueous Phase Isotherm Technique

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

E177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

E287 Specification for Laboratory Glass Graduated Burets

E288 Specification for Laboratory Glass Volumetric Flasks

E300 Practice for Sampling Industrial Chemicals

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D28 on Activated Carbon and is the direct responsibility of Subcommittee D28.02 on Liquid Phase Evaluation.

Current edition approved March 1, 2011. Published May 2011. Originally approved in 1986. Last previous edition approved in 2006 as D4607 – 94 (2006). DOI: 10.1520/D4607-94R11.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ The last approved version of this historical standard is referenced on www.astm.org.

2.2 NIST Publication:

Circular 602—Testing of Glass Volumetric Apparatus⁴

3. Summary of Test Method

3.1 This test method is based upon a three-point adsorption isotherm (see Practices D3860). A standard iodine solution is treated with three different weights of activated carbon under specified conditions. The carbon treated solutions are filtered to separate the carbon from the treated iodine solution (filtrate). Iodine remaining in the filtrate is measured by titration. The amount of iodine removed per gram of carbon is determined for each carbon dosage and the resulting data used to plot an adsorption isotherm. The amount of iodine adsorbed (in milligrams) per gram of carbon at a residual iodine concentration of 0.02 N is reported as the iodine number.

3.2 Iodine concentration in the standard solution affects the capacity of an activated carbon for iodine adsorption. Therefore, the normality of the standard iodine solution must be maintained at a constant value ($0.100 \pm 0.001 N$) for all iodine number measurements.

3.3 The apparatus required consists of various laboratory glassware used to prepare solutions and contact carbon with the standard iodine solution. Filtration and titration equipment are also required.

4. Significance and Use

4.1 The iodine number is a relative indicator of porosity in an activated carbon. It does not necessarily provide a measure of the carbon's ability to absorb other species. Iodine number may be used as an approximation of surface area for some types of activated carbons (see Test Method C819). However, it must be realized that any relationship between surface area and iodine number cannot be generalized. It varies with changes in carbon raw material, processing conditions, and pore volume distribution (see Definitions D2652).

4.2 The presence of adsorbed volatiles, sulfur, and water extractables may affect the measured iodine number of an activated carbon.

⁴ Available from National Institute of Standards and Technology (NIST), 100 Bureau Dr., Stop 1070, Gaithersburg, MD 20899-1070, <http://www.nist.gov>.

NORMA ASTM D- 2854



Designation: D2854 – 09

Standard Test Method for Apparent Density of Activated Carbon¹

This standard is issued under the fixed designation D2854; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the apparent density of granular activated carbon. For purposes of this test method, granular activated carbon is defined as a minimum of 90 % being larger than 80 mesh.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:²

D2862 Test Method for Particle Size Distribution of Granular Activated Carbon

D2867 Test Methods for Moisture in Activated Carbon

E177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

E300 Practice for Sampling Industrial Chemicals

E542 Practice for Calibration of Laboratory Volumetric Apparatus

3. Summary of Test Method

3.1 Apparent density (bulk density) is determined on a granular sample by measuring the volume packed by a free fall from a vibrating feeder into an appropriately sized graduated cylinder and determining the mass of the known volume. Other methods for determining apparent density of granular or powdered materials exist. These may involve vibration or

tapping of the receiving vessel either while it is being filled or afterwards. Application of these methods to granular activated carbon may give packed density values that differ from those determined by this test method.

4. Significance and Use

4.1 This test method provides a method for determining the packed density of a bed of granular activated carbon. Determination of the packed density is essential when designing vessels to hold the material and for ordering purposes when procuring materials to fill existing vessels.

5. Apparatus (see Fig. 1)

5.1 *Reservoir Funnel*, fabricated of glass or metal.

5.2 *Feed Funnel*, glass or metal.

5.3 *Vibratory Feeder*,³ such as shown in Fig. 1 or similar.

5.4 *Cylinders*, graduated 100, 250, or 500 mL, calibrated "to contain" (TC).

5.5 *Balance*, having a sensitivity of 0.1 g or better.

6. Procedure

6.1 Select a 100, 250, or 500 mL graduated cylinder appropriate for the particle size of the activated carbon to be tested. The inside diameter of the cylinder shall be at least 10 times the mean particle diameter (MPD) as determined by Test Method D2862.

6.2 If desired, the graduated cylinder may be calibrated by the user in accordance with Practice E542.

6.3 Obtain a representative sample of activated carbon in accordance with Practice E300. Carefully place the sample of activated carbon into the reservoir funnel so that the material does not prematurely flow into the graduated cylinder. If this occurs, return the material to the reservoir funnel.

6.4 The feed funnel should have an outside diameter which just fits inside the chosen graduated cylinder. Adjust the height

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D28 on Activated Carbon and is the direct responsibility of Subcommittee D28.04 on Gas Phase Evaluation Tests.

Current edition approved April 1, 2009. Published May 2009. Originally approved in 1970. Last previous edition approved in 2004 as D2854 – 96 (2004). DOI: 10.1520/D2854-09.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ A suitable vibratory feeder is the model F-TO vibrating feeder with standard trough 1½ by 12 in. and controller. This unit is available from FMC Corporation, Material Handling Equipment Division, 57 Cooper Ave., Homer City, PA 15748. Similar equipment is available from other suppliers.

Anexo 4-4

NORMA ASTM D- 3802



Designation: D3802 – 10

Standard Test Method for Ball-Pan Hardness of Activated Carbon¹

This standard is issued under the fixed designation D3802; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This test method covers a procedure for determining the ball-pan hardness number of granular activated carbons. For the purpose of this test, granular activated carbons are those having particles 90 % of which are larger than 80 mesh (180 μm) as determined by Test Method D2862.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. The values given in parentheses are for information only.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:²

B19 Specification for Cartridge Brass Sheet, Strip, Plate, Bar, and Disks

B150/B150M Specification for Aluminum Bronze Rod, Bar, and Shapes

D2652 Terminology Relating to Activated Carbon

D2854 Test Method for Apparent Density of Activated Carbon

D2862 Test Method for Particle Size Distribution of Granular Activated Carbon

D2867 Test Methods for Moisture in Activated Carbon

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

E300 Practice for Sampling Industrial Chemicals

3. Terminology

3.1 **General**—Terms applicable to this standard are defined in Terminology D2652.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D28 on Activated Carbon and is the direct responsibility of Subcommittee D28.04 on Gas Phase Evaluation Tests.

Current edition approved April 1, 2010. Published May 2010. Originally approved in 1979. Last previous edition approved in 2005 as D3802 – 79 (2005). DOI: 10.1520/D3802-10.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

3.2 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.2.1 **nominal particle size: natural, granular, and irregularly shaped particle carbons**—that particle size range, expressed in terms of Specification E11 sieve sizes, whose small end excludes not more than 5 % of the particle size distribution, and whose large end excludes not more than 5 % of the distribution, on a weight basis.

3.2.2 **nominal particle size: pelleted carbons**—that particle size range, expressed in terms of Specification E11 sieve sizes, whose small end excludes not more than 10 % of the particle size distribution, and whose large end excludes not more than 5 % of the distribution, on a weight basis.

3.2.3 **small end nominal particle size**—that particle size, expressed by its equivalent Specification E11 sieve, which defines the excluded portion of the particle size distribution at its small particle size end in accordance with 3.2.1 or 3.2.2.

4. Summary of Test Method

4.1 A screened and weighed sample of the carbon is placed in a special hardness pan with a number of stainless steel balls, then subjected to a combined rotating and tapping action for 30 min. At the end of this period, the amount of particle size degradation is determined by measuring the quantity of carbon, by weight, which is retained on a sieve whose openings are closest to one half the openings of the sieve that defines the minimum nominal particle size of the original sample.

5. Significance and Use

5.1 Several methods have been employed in the past for determining the resistance of activated carbons to particle size degradation under service conditions, including the ball-pan method, the stirring bar method, and the dust elutriation method. None of these has proved completely satisfactory for all applications, and all have been questioned by ASTM Committee D28 on Activated Carbon as tests for establishing degradation resistance. However, the ball-pan method has been used widely in the past and has a broad history in the activated carbon industry for measuring the property loosely described as “hardness.” In this context the test is useful in establishing a measurable characteristic of a carbon. Conceding the fact that the test does not actually measure in-service resistance to degradation, it can be used to establish the comparability of lots ostensibly of the same grade of carbon.

Anexo 4-5

NORMA ASTM D- 2866



Designation: D2866 – 11

Standard Test Method for Total Ash Content of Activated Carbon¹

This standard is issued under the fixed designation D2866; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

1. Scope

1.1 This test method describes a procedure for the determination of total ash content of activated carbon.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²

D2867 Test Methods for Moisture in Activated Carbon

D7582 Test Methods for Proximate Analysis of Coal and Coke by Macro Thermogravimetric Analysis

E177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

E691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

3. Summary of Test Method

3.1 An accurately weighed sample of dried activated carbon is placed in a controlled-temperature muffle furnace for a period of several hours. When constant weight has been achieved (± 0.5 mg), the crucible is cooled to ambient temperature in a desiccator and reweighed. The weight of the ashed carbon is expressed as a percentage of the weight of the original carbon sample.

4. Significance and Use

4.1 In specific end uses, the amount and composition of the ash may influence the capabilities and certain desired properties of activated carbon.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D28 on Activated Carbon and is the direct responsibility of Subcommittee D28.04 on Gas Phase Evaluation Tests.

Current edition approved May 1, 2011. Published June 2011. Originally approved in 1970. Last previous edition approved in 2004 as D2866 – 94 (2004). DOI: 10.1520/D2866-11.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

4.2 Other automated methods for determination of ash content, such as combusting the carbon in a thermogravimetric analyzer (TGA) in flowing air or oxygen, can be used in place of this test method. A suitable method is described in Test Method D7582. For determination of the ash content of activated carbon, follow the procedure in 13.5.3 of Test Method D7582 with the exception that the furnace temperature in 13.4.3 shall be $650 \pm 25^\circ\text{C}$. The muffle furnace method shall be considered the reference test method.

5. Apparatus

5.1 *Muffle Furnace*, having air circulation, capable of temperature regulation of $\pm 25^\circ\text{C}$ at 650°C .

5.2 *High-Temperature Crucible*, high-form.

5.3 *Analytical Balance*, having a sensitivity of 0.1 mg.

5.4 *Desiccator*.

5.5 *Oven*, forced-air circulation, capable of temperature regulation between 145 and 155°C .

6. Procedure

6.1 Ignite the crucible in the muffle furnace at $650 \pm 25^\circ\text{C}$ for 1 h. Place the crucible in the desiccator. Cool to room temperature and weigh to the nearest 0.1 mg.

6.2 Dry an adequate sample of activated carbon to constant weight (± 0.5 mg) at $150 \pm 5^\circ\text{C}$ (3 h is usually sufficient).

Note 1—Some carbons can ignite spontaneously at 150°C . In this case, moist carbon should be used with a correction for moisture (in accordance with Methods D2867) applied in the calculations. In this case, the ashing should be started in a cold muffle furnace.

6.3 Weigh out to the nearest 0.1 mg sufficient dried activated carbon, so that the estimated amount of ash will be 0.1 g, into the ignited crucible and place the crucible in the furnace at $650 \pm 25^\circ\text{C}$. Ashing will require from 3 to 16 h, depending on the size and type of activated carbon. Ashing can be considered complete when constant weight (± 0.5 mg) is achieved.

6.4 Place the crucible in the desiccator and allow to cool to room temperature. After the sample has cooled in the desiccator, admit air slowly to avoid loss of ash from the crucible. Weigh to the nearest 0.1 mg.

7. Calculation

7.1 Calculate the ash content as follows:

NORMA ASTM D- 2867



Designation: D2867 – 09

Standard Test Methods for Moisture in Activated Carbon¹

This standard is issued under the fixed designation D2867; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 These test methods provide three procedures for the determination of the moisture content of activated carbon. The procedures may also be used to dry samples required for other tests. The oven-drying and moisture balance methods are used when water is the only volatile material present and is in significant quantities, and the activated carbon is not heat-sensitive (some activated carbons can ignite spontaneously at temperatures as low as 150°C). The xylene-extraction method is used when a carbon is known or suspected to be heat sensitive or to contain nonwater-miscible organic compounds instead of or in addition to water. The oven-drying method described in these test methods may be used as the reference for development of instrumental techniques for moisture determination in activated carbon.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:²

E177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

E691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

¹ These test methods are under the jurisdiction of ASTM Committee D28 on Activated Carbon and are the direct responsibility of Subcommittee D28.04 on Gas Phase Evaluation Tests.

Current edition approved Nov. 1, 2009. Published December 2009. Originally approved in 1970. Last previous edition approved in 2004 as D2867 – 04. DOI: 10.1520/D2867-09.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

3. Summary of Test Methods

3.1 *Oven-Drying Test Method*—A sample of carbon is put into a dry, closed capsule (of known weight) and weighed accurately. The capsule is opened and placed with the lid in a preheated oven. The sample is dried to constant weight then removed from the oven and with the capsule closed, cooled to ambient temperature. The closed capsule is weighed again accurately. The weight loss is expressed as a percentage of the weight of the original sample.

3.2 *Xylene-Extraction Test Method*—A known, accurate weight of carbon is put into a boiling flask. A known volume of xylene is added to the flask and the flask then connected to a water trap. A hot plate is used to heat the xylene until boiling. The temperature is controlled to allow steady reflux. Reflux continues until no further water can be collected in the trap. The weight of water collected is expressed as a percentage of the weight of the original sample.

3.3 *Moisture Balance Test Method*—A sample of activated carbon is placed in a moisture balance and the weight measured accurately. The sample is dried to constant weight. The weight loss is expressed as a percentage of the weight of the original sample.

4. Significance and Use

4.1 The moisture content of activated carbon is often required to define and express its properties in relation to the net weight of the carbon.

4.2 The moisture content of activated carbon packed in typical shipping containers will usually increase during transportation and storage. Users of activated carbon in applications where low moisture content is important should be aware of this effect.

OVEN-DRYING METHOD

5. Apparatus

5.1 *Moisture Oven*—Most commercial, electrically heated, forced-circulation drying ovens capable of temperature regulation between 145 and 155°C may be used.

5.2 *Capsules with Covers*—Low-form glass weighing bottles with ground-glass stoppers or seamless metal boxes

NORMA ASTM D- 2862



Designation: D2862 – 10

Standard Test Method for Particle Size Distribution of Granular Activated Carbon¹

This standard is issued under the fixed designation D2862; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the particle size distribution of granular activated carbon. For the purposes of this test, granular activated carbon is defined as a minimum of 90 % of the sample weight being retained on a 180- μ m Standard sieve. A U.S. mesh 80 sieve is equivalent to a 180- μ m Standard sieve.

Note 1—For extruded carbons, as the length/diameter ratio of the particles increases, the validity of the test results might be affected.

1.2 The data obtained may also be used to calculate mean particle diameter (MPD), effective size, and uniformity coefficient.

1.3 The values stated in inch-pound units are to be regarded as standard. The values given in parentheses are mathematical conversions to SI units that are provided for information only and are not considered standard.

1.3.1 *Exception*—All mass measurements are in SI units only.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:²

D2652 Terminology Relating to Activated Carbon

D2854 Test Method for Apparent Density of Activated Carbon

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

E177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

E300 Practice for Sampling Industrial Chemicals

E691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

3. Summary of Test Method

3.1 A known weight of granular activated carbon is placed on the top sieve of a stacked set of U.S. Standard sieves and shaken under standard conditions for a specific time period, after which the weight percent of the total retained on each sieve and bottom pan is determined.

4. Significance and Use

4.1 It is necessary to know the distribution of particle sizes of granular activated carbon in order to provide proper contact of gases or liquid in a packed bed of the material. Changes in particle size distribution can affect the pressure drop across the bed and the rate of adsorption in a bed of a given size.

4.2 Mean particle diameter is a property of activated carbons that influences pressure drop.

4.3 Effective size and uniformity coefficient are two properties of activated carbons often of interest in municipal water treatment applications where control of particle size is of interest.

5. Apparatus

5.1 *Mechanical Sieve Shaker*³—This is a mechanically operated sieve shaker that imparts a uniform rotating and tapping motion to a stack of 8-in. (203-mm or equivalent) sieves as described in 5.2. The sieve shaker should be adjusted to accommodate the desired number of sieves, receiver pan, and sieve cover. The bottom stops should be adjusted to give a clearance of approximately $\frac{1}{16}$ in. (1.5 mm) between the upper carrying plate stops and the sieve cover plate, so that the sieves will be free to rotate. The sieve shaker shall be powered with $\frac{1}{4}$ -hp (186-W) electric motor producing 1725 to 1750 rpm. The

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D28 on Activated Carbon and is the direct responsibility of Subcommittee D28.04 on Gas Phase Evaluation Tests.

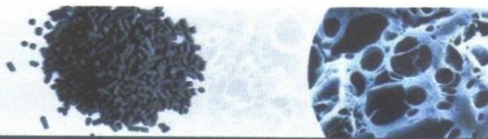
Current edition approved April 1, 2010. Published July 2010. Originally approved in 1970. Last previous edition approved in 2009 as D2862 – 97 (2009)¹. DOI: 10.1520/D2862-10.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ The Tyler Ro-Tap Model RX-19-1 has been used in developing this test. Newer models may not produce the same separations (Model RX-19-2 is equivalent to Model RX-19-1). This model is available from Fisher Scientific, Pittsburgh, PA 15238.

Anexo 4-8

FICHA TECNICA HYDRAFFIN



KENNDATENBLATT / TECHNICAL DATA SHEET

Hydraffin 30 N

Granular activated carbon

®Hydraffin 30N is a steam activated carbon based on coal that can be used for the purification of liquids from food and chemical industry as well as for the water treatment.

®Hydraffin 30N meets the requirements of the Food Chemicals Codex (5th edition, 2003) and for water extractable substances according European Standard EN 12 915.

Specifications:

Granulation (mesh) (0.6 - 2.36 mm)	8 x 30
Apparent density (kg/m ³)	470 ± 30
Moisture content (wt. %) (as packed)	< 5
Iodine adsorption (mg/g)	1000 ± 50

Typical characteristics:

Apparent density after backwash and drainage (kg/m ³)	approx. 430
Total surface area (m ² /g) (BET-method)	approx. 950
Hardness (wt. %)	90
Ash content (wt. %)	< 15

Remarks:

The above data are based on analyses of the activated carbon as delivered and test methods according ASTM and Donau Carbon. Copies are available on request.

Caution:

Wet granular activated carbon withdraws the ambient air oxygen.
Ensure ventilation of the equipment, analyse air sample for oxygen.
Observe industrial safety requirements.

Donau Carbon GmbH & Co. KG
Gwinnerstr. 27-33
60388 Frankfurt am Main, Germany
Tel.: +49-(0)69-4011-426
Fax: +49-(0)69-4011-659
E-mail: office@donau-carbon.com

Donau Carbon Corporation
25 Route 22 East
Springfield, NJ 07081, USA
Tel.: +1-973-379-5103
Fax: +1-973-379-5102
E-mail: DonauCarbon@don.com



Unser QM-System ist zertifiziert

Anexo 4-9

FICHA TECNICA DE CARBON ACTIVADO FABRICADO POR FILTER WARE



Carbón Activado Granular CGC

Ficha Técnica

Parámetro	Especificaciones	Método
Granulometría	6x10 2.00 - 3.35 mm	ASTM D2862 – 97
% Ceniza	3.70	ASTM D286 – 94
Dureza	88 – 96 Min	ASTM D3602 – 79
Área Superficial	1250 m ² /g	Adsorción de N ₂ (método BET) ASTM D-3037
Densidad aparente	0.59 g/cm ³	ASTM D2854 – 96
% de yodo	770 mg/g	ASTM D4607 – 94
pH	9 – 11	ASTM D3838 – 05
% Carbón fijo	72.42	ASTM D – 3172
Material volátil	8.04	ASTM D-5832 – 98

Anexo 5-1

PRESUPUESTO PERSONAL OPERATIVO

				EMPLEADO		APORTES A SEGURIDAD SOCIAL		APORTES SEGURIDAD SOCIAL		EMPLEADOR		PRESTACIONES SOCIALES				
				APORTES A SEGURIDAD SOCIAL		APORTES A SEGURIDAD SOCIAL		APORTES A SEGURIDAD SOCIAL		PRESTACIONES SOCIALES						
No.	CARGO	SUELDO MENSUAL	TOTAL PAGADO	EPS 4%	PENSIÓN 4%	EPS 9.5%	PENSIÓN 10%	ARP 100% según Riesgo (CALCULADO BAJO RIESGO)	SEMA 2%	ICBF 3%	CAJA COMPENSACIÓN 4%	CERAMTAS (1 SUELDO AÑO) 6.33 MESES	INTERESES (12% ANUAL) 1R MENSUAL	PRIMA LEGAL (1 SUELDO AÑO) 8.33% MES	VACACIONES 2 (15 DÍAS DE SUELDO) PROVISIÓN MENSUAL 4.17%	GASTO MENSUAL PARA EL EMPLEADO
	MANO DE OBRA DIRECTA-MOD															
	Mano de obra calificada (Técnico 1)	\$ 800.000,00	\$ 797.500,00	\$ 32.000,00	\$ 32.000,00	\$ 68.000,00	\$ 96.000,00	\$ 4.160,00	\$ 16.000,00	\$ 24.000,00	\$ 32.000,00	\$ 71.762,95	\$ 8.615,00	\$ 71.762,95	\$ 33.360,00	\$ 1.287.950,90
	Mano de obra No calificada (Operario 1)	\$ 589.500,00	\$ 603.840,00	\$ 23.580,00	\$ 23.580,00	\$ 50.107,50	\$ 70.740,00	\$ 3.065,40	\$ 11.790,00	\$ 17.685,00	\$ 23.580,00	\$ 54.228,30	\$ 6.510,00	\$ 54.228,30	\$ 24.582,15	\$ 967.516,65
	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 589.500,00	\$ 603.840,00	\$ 23.580,00	\$ 23.580,00	\$ 50.107,50	\$ 70.740,00	\$ 3.065,40	\$ 11.790,00	\$ 17.685,00	\$ 23.580,00	\$ 54.228,30	\$ 6.510,00	\$ 54.228,30	\$ 24.582,15	\$ 967.516,65
2013	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 589.500,00	\$ 603.840,00	\$ 23.580,00	\$ 23.580,00	\$ 50.107,50	\$ 70.740,00	\$ 3.065,40	\$ 11.790,00	\$ 17.685,00	\$ 23.580,00	\$ 54.228,30	\$ 6.510,00	\$ 54.228,30	\$ 24.582,15	\$ 967.516,65
																\$ 4.189.710,85
	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 608.364,00	\$ 621.194,88	\$ 24.334,56	\$ 24.334,56	\$ 51.710,94	\$ 73.003,68	\$ 3.163,43	\$ 12.167,28	\$ 18.250,32	\$ 24.334,56	\$ 55.739,67	\$ 6.636,64	\$ 55.739,67	\$ 25.368,78	\$ 996.161,63
2014	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 608.364,00	\$ 621.194,88	\$ 24.334,56	\$ 24.334,56	\$ 51.710,94	\$ 73.003,68	\$ 3.163,43	\$ 12.167,28	\$ 18.250,32	\$ 24.334,56	\$ 55.739,67	\$ 6.636,64	\$ 55.739,67	\$ 25.368,78	\$ 996.161,63
																\$ 1.992.323,27
	Mano de obra calificada (Técnico 1)	\$ 824.000,00	\$ 819.580,00	\$ 32.960,00	\$ 32.960,00	\$ 70.040,00	\$ 98.880,00	\$ 4.284,80	\$ 16.480,00	\$ 24.720,00	\$ 32.960,00	\$ 73.762,15	\$ 8.855,00	\$ 73.762,15	\$ 34.360,80	\$ 1.323.604,90
	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 626.614,32	\$ 637.995,73	\$ 25.064,60	\$ 25.064,60	\$ 53.262,27	\$ 75.193,79	\$ 3.258,40	\$ 12.532,30	\$ 18.798,45	\$ 25.064,60	\$ 57.319,97	\$ 6.881,15	\$ 57.319,97	\$ 26.129,84	\$ 1.023.875,66
2015	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 626.614,32	\$ 637.995,73	\$ 25.064,60	\$ 25.064,60	\$ 53.262,27	\$ 75.193,79	\$ 3.258,40	\$ 12.532,30	\$ 18.798,45	\$ 25.064,60	\$ 57.319,97	\$ 6.881,15	\$ 57.319,97	\$ 26.129,84	\$ 1.023.875,66
																\$ 3.371.966,21
	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 645.413,37	\$ 655.280,30	\$ 25.816,53	\$ 25.816,53	\$ 54.860,14	\$ 77.449,60	\$ 3.356,15	\$ 12.908,27	\$ 19.362,40	\$ 25.816,53	\$ 58.885,88	\$ 7.069,13	\$ 58.885,88	\$ 26.913,74	\$ 1.052.421,10
2016	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 645.413,37	\$ 655.280,30	\$ 25.816,53	\$ 25.816,53	\$ 54.860,14	\$ 77.449,60	\$ 3.356,15	\$ 12.908,27	\$ 19.362,40	\$ 25.816,53	\$ 58.885,88	\$ 7.069,13	\$ 58.885,88	\$ 26.913,74	\$ 1.052.421,10
																\$ 2.104.842,20
	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 664.775,77	\$ 673.093,71	\$ 26.591,03	\$ 26.591,03	\$ 56.505,94	\$ 79.773,09	\$ 3.456,83	\$ 13.295,52	\$ 19.943,27	\$ 26.591,03	\$ 60.438,77	\$ 7.262,76	\$ 60.438,77	\$ 27.721,15	\$ 1.081.822,90
2017	Mano de obra No calificada (Operario 2)	\$ 664.775,77	\$ 673.093,71	\$ 26.591,03	\$ 26.591,03	\$ 56.505,94	\$ 79.773,09	\$ 3.456,83	\$ 13.295,52	\$ 19.943,27	\$ 26.591,03	\$ 60.438,77	\$ 7.262,76	\$ 60.438,77	\$ 27.721,15	\$ 1.081.822,90
																\$ 2.163.645,81
																\$ 13.821.876,34
	MANO DE OBRA INDIRECTA-MOI															
9	JEFE DE PLANTA	\$ 1.000.000,00	\$ 981.500,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 85.000,00	\$ 120.000,00	\$ 5.200,00	\$ 20.000,00	\$ 30.000,00	\$ 40.000,00	\$ 88.422,95	\$ 10.615,00	\$ 88.422,95	\$ 41.700,00	\$ 1.590.880,90
10	ANALISTA DE LABORATORIO	\$ 900.000,00	\$ 889.500,00	\$ 36.000,00	\$ 36.000,00	\$ 76.500,00	\$ 108.000,00	\$ 4.680,00	\$ 18.000,00	\$ 27.000,00	\$ 36.000,00	\$ 80.092,95	\$ 9.615,00	\$ 80.092,95	\$ 37.530,00	\$ 1.439.010,90
																\$ 3.029.871,80

Anexo 5-2

PRESUPUESTO PERSONAL ADMINISTRATIVO

				EMPLEADO		EMPLEADOR				PRESTACIONES SOCIALES					GASTO MENSUAL PARA EL EMPRESARIO	
				APORTES A SEGURIDAD SOCIAL		APORTES SEGURIDAD SOCIAL		APORTES PARAFISCALES		CEPESANTIAS (1 SUELDO AÑO) 8.332MES			INTERESE S (12% ANUAL) 1% MENSUAL	PRIMA LEGAL (1 SUELDO AÑO) 8.332 MES		S (16 DIAS DE SUELDO) PROVISION MENSUAL 4.17%
No	CARGO	SUELDO MENSUAL (a)	TOTAL PAGADO(h) (d-g)	EPS 4%	PENSIÓN 4%	EPS 8.5%	PENSIÓN 12%	ARP 100% según riesgo (CALCULADO BAJO INICIAL)	SENA 2%	ICBF 3%	CAJA COMPENSACIÓN 4%	CEPESANTIAS (1 SUELDO AÑO) 8.332MES	INTERESE S (12% ANUAL) 1% MENSUAL	PRIMA LEGAL (1 SUELDO AÑO) 8.332 MES	S (16 DIAS DE SUELDO) PROVISION MENSUAL 4.17%	
1	GERENTE ADMINISTRATIVO SECRETARIA	\$ 2.000.000,00	\$ 1.901.500,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 170.000,00	\$ 240.000,00	\$ 10.400,00	\$ 40.000,00	\$ 60.000,00	\$ 80.000,00	\$ 171.722,95	\$ 20.615,00	\$ 171.722,95	\$ 83.400,00	\$ 3.109.360,90
2	(Auxiliar Contable)	\$ 800.000,00	\$ 797.500,00	\$ 32.000,00	\$ 32.000,00	\$ 68.000,00	\$ 96.000,00	\$ 4.160,00	\$ 16.000,00	\$ 24.000,00	\$ 32.000,00	\$ 71.762,95	\$ 8.615,00	\$ 71.762,95	\$ 33.360,00	\$ 1.287.160,90
3	MENSAJERO	\$ 589.500,00	\$ 603.840,00	\$ 23.580,00	\$ 23.580,00	\$ 50.107,50	\$ 70.740,00	\$ 3.065,40	\$ 11.790,00	\$ 17.685,00	\$ 23.580,00	\$ 54.228,30	\$ 6.510,00	\$ 54.228,30	\$ 24.582,15	\$ 967.516,65
																\$ 5.364.038,45
	PERSONAL DE VENTAS															
4	VENDEDOR	\$ 1.000.000,00	\$ 981.500,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 85.000,00	\$ 120.000,00	\$ 5.200,00	\$ 20.000,00	\$ 30.000,00	\$ 40.000,00	\$ 88.422,95	\$ 10.615,00	\$ 88.422,95	\$ 41.700,00	\$ 1.590.860,90
TOTAL GASTO POR PERSONAL MES EMPRESARIO																\$ 6.954.899,35

Anexo 5-3

FLUJO DE CAJA PROYECTADO PARA 4,500 KG DE CA

AÑO 1 - 2013	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
INGRESOS	0	0	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
VENTAS DE CONTADO SIN IVA (VENTA NETA)	0	0	2,520,000	3,780,000	5,040,000	7,560,000	10,080,000	12,600,000	15,120,000	17,640,000	20,160,000	22,680,000	25,200,000	142,380,000
APORTES PROPIOS, (CAPITAL SOCIAL + RECURSOS PROPIOS)	300,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMO PERSONAL	15,838,850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMOS SECTOR FINANCIEROS	100,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMO (PROVEEDORES)	30,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVA FACTURADO (C/PI) MENSUAL	0	0	403,200	604,800	806,400	1,209,600	1,612,800	2,016,000	2,419,200	2,822,400	3,225,600	3,628,800	4,032,000	22,780,800
TOTAL INGRESOS	445,838,850	0	2,520,000	3,780,000	5,040,000	7,560,000	10,080,000	12,600,000	15,120,000	17,640,000	20,160,000	22,680,000	25,200,000	142,380,000
IVA														
EGRESOS														
COSTOS DE PRODUCCION														
MPD	0	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	3,780,000	45,360,000
MCD	0	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	4,189,711	50,276,530
CF	0	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	8,651,259	103,815,114
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION	0	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	16,620,970	199,451,644
GASTOS OPERACIONALES (ADMIN, VENTAS, FINANCIEROS)														
ADMINISTRATIVOS	0	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	6,019,594	81,835,128
VENTAS	0	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	1,630,861	20,290,331
GASTOS FINANCIEROS	0	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	40,000,000	480,000
CUOTA PRESTAMO REDES PERSONALES	0	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	5,868,000
CUOTA PRESTAMO PROVEEDORES	0	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	11,100,000
CUOTA PRESTAMO SISTEMA FINANCIERO	0	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	36,972,000
IVA POR PAGAR (BI-MESTRAL)	0	0	403,200	0	1,411,200	0	2,822,400	0	4,435,200	0	6,048,000	0	7,660,800	22,780,800
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS	0	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	13,045,455	156,545,455
IVA														
OTROS EGRESOS														
INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS	381,546,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	381,546,000
GASTOS PRE-OPERATIVOS	13,950,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,950,000
CAPITAL DE TRABAJO	0	25,171,425	25,171,425	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50,342,850
TOTAL OTROS EGRESOS	395,496,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	395,496,000
TOTAL EGRESOS (COSTOS + GASTOS)	395,496,000	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	29,666,425	355,997,103
SALDO INICIAL	50,342,850	20,676,425	20,676,425	-6,470,000	-32,356,426	-56,982,851	-79,089,276	-98,675,701	-115,742,127	-130,288,552	-142,314,977	-151,821,402	-158,807,827	-163,274,253
FLUJO NETO DE CAJA (TOTAL INGRESOS) - (TOTAL EGRESOS)	50,342,850	-29,666,425	-27,146,425	-25,886,425	-24,626,425	-22,106,425	-19,586,425	-17,066,425	-14,546,425	-12,026,425	-9,506,425	-6,986,425	-4,466,425	-213,617,103
SALDO FINAL	50,342,850	20,676,425	-6,470,000	-32,356,426	-56,982,851	-79,089,276	-98,675,701	-115,742,127	-130,288,552	-142,314,977	-151,821,402	-158,807,827	-163,274,253	-376,891,355

Anexo 5-4

FLUJO DE CAJA PROYECTADO PARA 9,000 KG DE CA

AÑO 1 - 2014		MES 12- 2013	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL	
INGRESOS			50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	80%	90%	90%	100%		
VENTAS DE CONTADO SIN IVA (VENTA NETA)			26.006.400	26.006.400	31.207.680	31.207.680	36.408.960	36.408.960	41.610.240	41.610.240	41.610.240	46.811.520	46.811.520	52.012.800	457.712.640	
APORTES PROPIOS (CAPITAL SOCIAL + RECURSOS PROPIOS)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRESTAMO PERSONAL			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRESTAMOS SECTOR FINANCIEROS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRESTAMO (PROVEEDORES)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IVA FACTURADO (C/P) MENSUAL			4.161.024	4.161.024	4.993.229	4.993.229	5.825.434	5.825.434	6.657.638	6.657.638	6.657.638	7.489.843	7.489.843	8.322.048	73.234.022	
TOTAL INGRESOS			26.006.400	26.006.400	31.207.680	31.207.680	36.408.960	36.408.960	41.610.240	41.610.240	41.610.240	46.811.520	46.811.520	52.012.800	457.712.640	
			IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA	
EGRESOS																
COSTOS DE PRODUCCION																
MFO		7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	7.801.520	93.623.040	
MDO		6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	6.316.105	75.793.258	
CIF		11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	11.686.436	140.237.946	
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION			25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	25.804.061	309.654.244	
GASTOS OPERACIONALES (ADMIN, VENTAS, FINANCIEROS)																
ADMINISTRATIVOS		7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	7.031.243	84.374.919	
VENTAS		1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	1.744.968	20.939.621	
GASTOS FINANCIEROS		41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	41.280.00	495.360	
CUOTA PRESTAMO REDES PERSONALES		489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	5.869.000	
CUOTA PRESTAMO PROVEEDORES		325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	325.000	11.900.000	
CUOTA PRESTAMO SISTEMA FINANCIERO		3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	3.081.000	36.972.000	
IVA POR PAGAR (BIMESTRAL)		0	8.322.048	0	9.986.458	0	11.650.967	0	13.316.277	0	13.316.277	0	14.987.482	0	73.234.022	
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS			13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	13.312.492	159.749.900	
			IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA	
OTROS EGRESOS																
INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GASTOS PRE-OPERATIVOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAPITAL DE TRABAJO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL OTROS EGRESOS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL EGRESOS (COSTOS + GASTOS)			39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	39.117.012	469.404.145	
		MES 12- 2013														
SALDO INICIAL			-158.807.827	-163.274.253	-176.384.865	-189.495.477	-197.404.809	-205.314.141	-208.022.193	-210.730.245	-208.237.017	-205.743.789	-203.250.561	-195.556.053	-187.861.545	-174.965.757
FLUJO NETO DE CAJA (TOTAL INGRESOS) - (TOTAL EGRESOS)			-4.466.425	-13.110.612	-13.110.612	-7.909.332	-7.909.332	-2.708.052	-2.708.052	2.493.228	2.493.228	2.493.228	7.694.508	7.694.508	12.895.788	-11.691.505
SALDO FINAL			-163.274.253	-176.384.865	-189.495.477	-197.404.809	-205.314.141	-208.022.193	-210.730.245	-208.237.017	-205.743.789	-203.250.561	-195.556.053	-187.861.545	-174.965.757	-186.657.262

Anexo 5-5

FLUJO DE CAJA PROYECTADO PARA 15,000 KG DE CA

AÑO 1 - 2015	MES 12 - 2014	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
INGRESOS	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	
VENTAS DE CONTADO SIN IVA (VENTA NETA)	53,573.184	53,573.184	62,502.048	62,502.048	71,430.912	71,430.912	80,359.776	80,359.776	89,288.640	89,288.640	89,288.640	89,288.640	89,288.640	892.886.400
APORTES PROPIOS (CAPITAL SOCIAL + RECURSOS PROPIOS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMO PERSONAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMOS SECTOR FINANCIEROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMO (PROVEEDORES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVA FACTURADO (C-PI) MENSUAL	8,571.709	8,571.709	10,000.328	10,000.328	11,428.946	11,428.946	12,857.564	12,857.564	14,286.182	14,286.182	14,286.182	14,286.182	14,286.182	142.861.824
TOTAL INGRESOS	53,573.184	53,573.184	62,502.048	62,502.048	71,430.912	71,430.912	80,359.776	80,359.776	89,288.640	89,288.640	89,288.640	89,288.640	89,288.640	892.886.400
		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		
EGRESOS														
COSTOS DE PRODUCCION														
MPD	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	13,393.296	160.719.552
MCD	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	9,876.944	118.523.331
CF	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	15,548.788	186.585.456
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	38,819.028	465.828.339
GASTOS OPERACIONALES (ADMN. VENTAS, FINANCIEROS)														
ADMINISTRATIVOS	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	7,236.014	86.832.166
VENTAS	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	1,797.318	21.567.810
GASTOS FINANCIEROS	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	42,518.40	510.221
CUOTA PRESTAMO REDES PERSONALES	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	489.000	5.868.000
CUOTA PRESTAMO PROVEEDORES	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	925.000	11.100.000
CUOTA PRESTAMO SISTEMA FINANCIERO	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	3,081.000	36.972.000
IVA POR PAGAR (BIMESTRAL)	0	17,143.418	0	20,000.655	0	22,857.892	0	25,715.328	0	28,572.365	0	28,572.365	0	142.861.824
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	13,570.850	162.850.187
		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		
OTROS EGRESOS														
INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS PRE-OPERATIVOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAPITAL DE TRABAJO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL OTROS EGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL EGRESOS (COSTOS + GASTOS)	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	52,389.878	628.678.536
	MES 12 - 2014													
SALDO INICIAL	-187.861.545	-174.965.757	-173.782.451	-172.599.145	-162.486.975	-152.374.805	-133.333.771	-114.292.737	-86.322.839	-58.352.941	-21.454.179	15.444.583	52.343.345	89.242.107
FLUJO NETO DE CAJA (TOTAL INGRESOS) - (TOTAL EGRESOS)	12.895.788	1.183.306	1.183.306	10.112.170	10.112.170	19.041.034	19.041.034	27.969.898	27.969.898	36.898.762	36.898.762	36.898.762	36.898.762	264.207.864
SALDO FINAL	-174.965.757	-173.782.451	-172.599.145	-162.486.975	-152.374.805	-133.333.771	-114.292.737	-86.322.839	-58.352.941	-21.454.179	15.444.583	52.343.345	89.242.107	353.449.971

Anexo 5-6

FLUJO DE CAJA PROYECTADO PARA 22,500 KG DE CA

AÑO 1 - 2016	MES 12- 2015	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
INGRESOS		70%	70%	80%	80%	90%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
VENTAS DE CONTADO SIN IVA (VENTA NETA)		96,565,664	96,565,664	110,360,759	110,360,759	124,155,854	124,155,854	137,950,949	137,950,949	137,950,949	137,950,949	137,950,949	137,950,949	1,489,870,247
APORTES PROPIOS, (CAPITAL SOCIAL + RECURSOS PROPIOS)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMO PERSONAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMOS SECTOR FINANCIEROS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRESTAMO (PROVEEDORES)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVA FACTURADO (C/PI) MENSUAL		15,450,506	15,450,506	17,657,721	17,657,721	19,864,937	19,864,937	22,072,152	22,072,152	22,072,152	22,072,152	22,072,152	22,072,152	238,379,240
TOTAL INGRESOS		96,565,664	96,565,664	110,360,759	110,360,759	124,155,854	124,155,854	137,950,949	137,950,949	137,950,949	137,950,949	137,950,949	137,950,949	1,489,870,247
		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		
EGRESOS														
COSTOS DE PRODUCCION														
MPD		20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	20,692,642	248,311,700
IMD		12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	12,278,095	147,337,137
CF		20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	20,360,983	244,331,797
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION		53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	53,331,720	639,980,64
GASTOS OPERACIONALES (ADMIN, VENTAS, FINANCIEROS)														
ADMINISTRATIVOS		7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	7,308,039	87,696,465
VENTAS		1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	1,851,237	22,214,944
GASTOS FINANCIEROS		43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	43,793,95	525,527
CUOTA PRESTAMO REDES PERSONALES		489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	489,000	5,868,000
CUOTA PRESTAMO PROVEEDORES		925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	925,000	11,100,000
CUOTA PRESTAMO SISTEMA FINANCIERO		3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	3,081,000	36,972,000
IVA POR PAGAR (BIMESTRAL)		0	30,901,013	0	35,375,443	0	39,729,873	0	44,144,304	0	44,144,304	0	44,144,304	238,379,240
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS		13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	13,698,070	164,376,838
		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		
OTROS EGRESOS														
INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS PRE-OPERATIVOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAPITAL DE TRABAJO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL OTROS EGRESOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL EGRESOS (COSTOS + GASTOS)		67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	67,029,790	804,357,478
	MES 12- 2015													
SALDO INICIAL		52,343,345	89,242,107	118,777,981	148,313,855	191,644,825	234,975,794	292,101,858	349,227,922	420,149,081	491,070,240	561,991,399	632,912,558	774,754,876
FLUJO NETO DE CAJA (TOTAL INGRESOS) - (TOTAL EGRESOS)		36,898,762	29,535,874	29,535,874	43,330,969	43,330,969	57,126,064	57,126,064	70,921,159	70,921,159	70,921,159	70,921,159	70,921,159	685,512,769
SALDO FINAL		89,242,107	118,777,981	148,313,855	191,644,825	234,975,794	292,101,858	349,227,922	420,149,081	491,070,240	561,991,399	632,912,558	703,833,717	1,460,267,645

Anexo 5-7

FLUJO DE CAJA PROYECTADO PARA 30,000 KG DE CA

AÑO 1 - 2017	MES 12- 2016	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL	
INGRESOS		80%	80%	90%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
VENTAS DE CONTADO SIN IVA (VENTA NETA)		151 562 109	151 562 109	170 507 373	170 507 373	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	2 159 760 054	
APORTES PROPIOS. (CAPITAL SOCIAL + RECURSOS PROPIOS)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRESTAMO PERSONAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRESTAMOS SECTOR FINANCIEROS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRESTAMO (PROVEEDORES)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IVA FACTURADO (C/P) MENSUAL		24 249 937	24 249 937	27 281 180	27 281 180	30 312 422	30 312 422	30 312 422	30 312 422	30 312 422	30 312 422	30 312 422	30 312 422	345 561 609	
TOTAL INGRESOS		151 562 109	151 562 109	170 507 373	170 507 373	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	189 452 636	2 159 760 054	
			IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		
EGRESOS															
COSTOS DE PRODUCCION															
MPD		28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	28 417 895	341 014 745	
MCD		14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	14 810 083	177 721 001	
QIF		25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	25 177 292	302 127 500	
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION		68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	68 405 270	820 863 246	
GASTOS OPERACIONALES (ADMIN.VENTAS., FINANCIEROS)															
ADMINISTRATIVOS		7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	7 525 280	90 303 359	
VENTAS		1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	1 906 774	22 881 290	
GASTOS FINANCIEROS		45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	45 107 77	541 293	
CUOTA PRESTAMO REDES PERSONALES		489 000	489 000	489 000	489 000	489 000	489 000	489 000	489 000	489 000	489 000	489 000	489 000	5 868 000	
CUOTA PRESTAMO PROVEEDORES		925 000	925 000	925 000	925 000	925 000	925 000	925 000	925 000	925 000	925 000	925 000	925 000	11 100 000	
CUOTA PRESTAMO SISTEMA FINANCIERO		3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	3 081 000	36 972 000	
IVA POR PAGAR (BIMESTRAL)		0	48 499 875	0	54 562 359	0	60 624 844	0	60 624 844	0	60 624 844	0	60 624 844	345 561 609	
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS		13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	13 972 162	167 665 942	
			IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		IVA		
OTROS EGRESOS															
INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GASTOS PRE-OPERATIVOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAPITAL DE TRABAJO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL OTROS EGRESOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL EGRESOS (COSTOS + GASTOS)		82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	82 377 432	988 529 187	
	MES 12- 2016														
SALDO INICIAL		703 833 717	774 754 876	843 939 953	913 124 230	1 001 254 170	1 089 384 110	1 196 459 315	1 303 534 519	1 410 609 723	1 517 684 927	1 624 760 131	1 731 835 335	1 838 910 539	1 945 985 743
FLUJO NETO DE CAJA (TOTAL INGRESOS) - (TOTAL EGRESOS)		70 921 159	69 184 677	69 184 677	88 129 940	88 129 940	107 075 204	107 075 204	107 075 204	107 075 204	107 075 204	107 075 204	107 075 204	117 123 067	1 171 230 867
SALDO FINAL		774 754 876	843 939 953	913 124 230	1 001 254 170	1 089 384 110	1 196 459 315	1 303 534 519	1 410 609 723	1 517 684 927	1 624 760 131	1 731 835 335	1 838 910 539	1 945 985 743	3 117 216 610